



Universitat Autònoma de Barcelona

FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

**ESTUDI PILOT DEL PROGRÉS DE LA RESTAURACIÓ A
LES ACTIVITATS EXTRACTIVES DE CATALUNYA**

- MEMÒRIA -

Memòria del Projecte de Fi de Carrera de Ciències Ambientals presentat per:

en Daniel Pitarch i Martí

dirigit per en Dr. Josep Maria Alcañiz Baldellou

Bellaterra, 3 de juliol de 2008

AGRAÏMENTS

Al Doctor Josep Maria Alcañiz, com a tutor del projecte.

A en Vicenç Carabassa, per la inestimable ajuda que m'ha proporcionat en tots els àmbits.

Al Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF).

A tots i cadascun dels tècnics de les pedreres que he visitat, per haver dedicat part del seu temps en l'elaboració d'aquest projecte.

A la família.

A la gent que m'envolta.

ÍNDEX

0.Índex.....	3
1.Introducció.....	5
1.1.Conceptes teòrics.....	6
1.1.1.Orígens de l'activitat extractiva.....	6
1.1.2.Definició d'activitat extractiva.....	6
1.1.3.Procés d'explotació a cel obert.....	6
1.1.4.Impactes de les activitats extractives i Mesures.....	7
1.1.5.Criteris ambientals de restauració.....	8
1.2.Tipologies de les activitats extractives	11
1.2.1.Recursos minerals	11
1.2.2.Activitats extractives.....	12
1.2.3.Ritme d'explotació de les activitats extractives.....	13
1.3.Estimació de la superfície restaurada en el període 1993-2003.....	16
1.4.Legislació.....	17
1.4.1.Llei 12/1981, del 24 de desembre.....	17
1.4.2.Programa de restauració.....	18
1.4.3.Restauració Integrada.....	18
2.Objectius.....	20
3.Metodologia.....	21
3.1.Etapa 1. Recopilació d'informació i establiment de fonaments.....	21
3.1.1.Mostra d'activitats extractives del projecte.....	21
3.1.2.Elaboració del qüestionari.....	22
3.2.Etapa 2. Obtenció de dades.....	23
3.3.Etapa 3. Tractament i interpretació de dades.....	23
3.3.1.Digitalització i base de dades creada.....	24
3.3.2.Interpretació de dades.....	27
4.Resultats.....	29
4.1.El Qüestionari.....	29
4.2Informe dels casos estudiats.....	33
4.2.1.Explotacions de roques calcàries.....	33
4.2.2.Explotacions de graves i sorres.....	41
4.3.Resultats generals.....	44
4.3.1. Evolució temporal de superfícies d'explotació i restauració.....	44
4.3.2. Característiques de les restauracions.....	46
5.Discussió general.....	49
6.Conclusions.....	51
7.Referències.....	52

TAULES

Taula 1. Impactes relacionats amb l'activitat extractiva i mesures correctores.....	7
Taula 2. Classificació de les zones en funció del seu estat actual.....	29
Taula 3. Classificació de les zones en funció del material extret.....	29
Taula 4. Classificació de les zones en funció de la morfologia predominant.....	30
Taula 5. Classificació de les zones en funció de l'origen de sòl emprat en la restauració.....	31
Taula 6. Classificació de les zones en funció de la presència de esmenes i adobs usats.....	31
Taula 7. Classificació de les zones en funció de la presència de processos erosius.....	31
Taula 8. Classificació de les zones en funció de la presència de riscos geològics.....	31
Taula 9. Classificació de les zones en funció de la coberta vegetal present.....	32
Taules 10 i 11: El Qüestionari o fitxes emprades per recollir informació de les diferents zones restaurades o en explotació.....	32

FIGURES

Figura 1. Detall de procediment de reestructuració geomorfològica.....	8
Figura 2. Mapes de distribució de les pedreres de graves i sorres i de roca calcària a Catalunya.....	11
Figura 3. Mapa de distribució de les activitats extractives de Catalunya.....	12
Figura 4. Superfície ocupada per les activitats extractives (ha) en funció del material extret.....	13
Figura 5. Nombre d'explotacions en funció del material extret.....	13
Figura 6. Nombre d'activitats extractives en funció de la seva situació actual.....	14
Figura 7. Consum aparent de ciment en els darrers 15 anys, estimat en milers de tones.....	15
Figura 8. Presentació del Programa Miramón v.6.0f.....	24
Figura 9. Exemple de consulta i selecció de les activitats extractives en funció del nom de l'explotació.....	25
Figura 10. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva anomenada Bolós.....	26
Figura 11. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Vallcarca.....	33
Figura 12. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Vallcarca, sector sud.....	33
Figura 13. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Els Comuns.....	35
Figura 14. Fotografia de la zona 9.....	35
Figura 15. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva La Falconera.....	36
Figura 16. Fotografia de la zona 1.....	36
Figura 17. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Las Cuevas.....	37
Figura 18. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Cal Tita.....	39
Figura 19. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Bolós.....	41
Figura 20. Fotografia de les zones en restauració.....	41
Figura 21. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Ca l'Hornós.....	42
Figura 22. Fotografia de la zona 1.....	42
Figura 23. Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva José XXVI.....	43
Figura 24. Fotografia de l'activitat extractiva.....	43
Figura 25. Superfícies en fase d'explotació o restauració en una mostra reduïda d'activitats extractives de Catalunya.....	44

1.INTRODUCCIÓ

El sector de la mineria és i ha estat considerat com a una peça fonamental pel desenvolupament industrial i econòmic de Catalunya gràcies a que és un territori amb abundants i diversos recursos minerals. Des de l'entrada en vigor de la primera normativa referent al procés de restauració de les activitats extractives, que data de l'any 1983, la importància de les explotacions de recursos minerals a Catalunya ha augmentat progressivament tan en el nombre, com en la superfície ocupada. De fet, la superfície total destinada a l'extracció de recursos minerals era a l'any 2007 de 17793 hectàrees, aproximadament un 0.56% de la superfície de Catalunya [1].

L'explotació i aprofitament dels recursos minerals ha de tenir en compte l'equilibri i conservació del medi físic, biològic i paisatgístic afectat. Les activitats extractives incideixen sobre el territori d'una manera molt important, causant una sèrie d'impactes ambientals a tenir en compte. En primer terme el simple fet de l'extracció implica una transformació radical de l'espai tractat, canviant les característiques i usos del sòl. Com a principals impactes destaquen el visual i paisatgístic, l'afectació de la vegetació i fauna presents a l'entorn, i l'augment de les taxes d'erosió del sòl. El conjunt d'impactes ambientals que tenen origen a les explotacions mineres són els que s'han de tenir en compte alhora de restaurar l'àrea afectada per l'explotació.

Amb l'objectiu de contrarestar els efectes negatius sobre el medi que causa l'activitat extractiva, el Parlament de Catalunya aprovà l'any 1981 la primera normativa específica dedicada a la protecció i restauració dels espais afectats per les activitats extractives. Arran d'aquesta normativa s'ha desenvolupat el concepte de *Restauració Integrada* que es contempla com un mecanisme molt eficaç per minimitzar els impactes ambientals. La restauració integrada es basa fonamentalment en el principi d'adaptar les tasques de restauració al ritme de l'extracció, per així assegurar la reducció de les àrees afectades i accelerar el procés de restauració.

Amb la nova normativa, les empreses propietàries de les activitats extractives han hagut de destinar temps i recursos a les tasques de restauració. Passats més de vint anys d'ençà que va entrar en vigor la normativa, resulta imprescindible establir una metodologia que permeti avaluar el grau d'aplicació de les tasques de restauració en les nostres pedreres.

D'altra banda, i tenint en compte les repercussions mediambientals que implica l'activitat d'una pedrera, es important dur a terme una caracterització i avaluació de les tasques de restauració que es realitzen.

1.1.CONCEPTES TEÒRICS

1.1.1.ORÍGENS DE L'ACTIVITAT EXTRACTIVA

Els orígens de l'activitat extractiva es remunten milers d'anys en la història. Els inicis queden datats a l'Edat de Pedra durant el Paleolític (6000 a.C.), el Mesolític i el Neolític, èpoques en les quals els primers pobladors de la Terra van desenvolupar l'activitat lítica, treballant fragments de roques i minerals per al seu ús com a eines i armes. Durant les Edats del Coure, Bronze i Ferro, es comencen a treballar els metalls extraient-los dels minerals, refinant-los i creant innovadors aliatges, donant lloc a la metal·lúrgia. El pas de les grans civilitzacions mediterrànies va contribuir al desenvolupament de les tècniques extractives, així a Egipte a l'any 2600 a.C. ja es té constància d'explotacions de pedreres a gran escala.

Amb el pas del temps la prehistòrica activitat extractiva inicial es va anar perfeccionant. Als inicis del segle XIX i gràcies a la Revolució Industrial (segles XVIII - XIX) i al gran desenvolupament tecnològic que comportà, la mineria es mecanitza i rep un fort impuls que la situa a nivell industrial. En general la mineria d'aquesta època es caracteritza per una explotació subterrània massiva situada en petits jaciments. Gràcies a les innovacions tècniques i científiques es fomenta el màxim rendiment de l'activitat extractiva, augmentant-ne factors com la seguretat dels treballadors o la profunditat d'excavació.

L'extracció de roques i minerals a cel obert ha adquirit el seu màxim esplendor en l'època actual caracteritzada degut a un intens i desequilibrat desenvolupament de l'edificació. La demanda de materials per a la construcció, creació d'infraestructures i ornamentació s'ha incrementat notablement en els darrers anys, afegint un factor més de preocupació, ja que les explotacions mineres a cel obert estan substituint les explotacions subterrànies, amb el conseqüent augment de l'impacte sobre el medi ambient. En aquest sentit el desenvolupament de noves tecnologies i fonts d'energia no ha substituït el paper dels recursos minerals, sinó que ha actuat com a un complement i no com una alternativa en la majoria dels casos. D'aquesta manera la nostra societat segueix depenent dels recursos minerals.

1.1.2.DEFINICIÓ D'ACTIVITAT EXTRACTIVA

El Departament de Medi Ambient i Habitatge de Catalunya defineix Activitat Extractiva com el "conjunt d'operacions que tenen per finalitat l'obtenció dels recursos naturals del subsòl, com ara metalls, hidrocarburs, àrids. Les activitats extractives poden ocasionar un impacte ambiental de notable magnitud, com ara modificacions de l'estructura i de la morfologia del relleu, processos erosius i de disminució de biomassa i per això, des d'un punt de vista legal, s'han de cloure amb la restauració de l'espai afectat"[1].

Partint d'aquesta definició, les activitats extractives poden ser dividides d'acord amb varis criteris. El criteri més ampli divideix les activitats extractives en funció de si el procés d'extracció es produeix sota o sobre la superfície, és a dir, existeixen les activitats extractives subterrànies i les activitats extractives a cel obert. En el present projecte ens centrarem en les activitats extractives a cel obert ja que són les que ens permetran avaluar amb major consistència el procés de restauració.

1.1.3.PROCÉS D'EXPLOTACIÓ A CEL OBERT

El procediment d'explotació a cel obert es desenvolupa en tres fases [1]:

- Separació de la coberta edàfica que hi ha a sobre del material que s'extraurà. És important preservar la coberta edàfica de la zona ja que la seva reutilització afavoreix el procés de restauració.
- Extracció del mineral.
- Reposició de les capes de sòl extretes, restauració de la productivitat biològica i integració paisatgística de l'entorn.

1.1.4.IMPACTES DE LES ACTIVITATS EXTRACTIVES I MESURES

Els impactes principals de les activitats mineres es donen sobre el medi inert, el medi biològic i el perceptiu. Els efectes es noten sobre les aigües, l'atmosfera, el sòl, la flora i fauna, la morfologia i el paisatge. La magnitud dels danys depèn de diversos factors, principalment del tipus de material extret, de les dimensions de la pedrera i del tipus de restauració que es durà a terme.

En primer terme cal descriure i situar els impactes directes que es produeixen a l'àrea on se situa l'explotació. Aquest espai deixa de tenir l'anterior ús del sòl per passar a tenir ús d'explotació. Aquest canvi d'ús comporta que els components del medi natural que pertanyien a l'anterior ús desapareixen. El medi biològic que conté vegetació i fauna passa a ser una activitat extractiva. Per tant es donarà un impacte sobre el sòl, la vegetació, la fauna i sobre l'ecosistema existent a l'espai tractat. D'altra banda, en el medi hidrològic es poden donar processos de contaminació de les aigües superficials per arrossegament de partícules sòlides, i de les aigües subterrànies i aqüífers per olis i hidrocarburs. A l'atmosfera es produeix contaminació degut a una elevada emissió d'aerosols, partícules sòlides, pols i gasos, i són molt importants els processos de contaminació acústica. També es freqüent un augment de les taxes d'erosió del sòl. En darrer terme es produeix un impacte sobre la morfologia i el paisatge, ja que hi ha una alteració morfològica i pertorbació del caràcter global del paisatge.

Els llistats d'impactes descrits són extrapolables a l'entorn immediat i proper a l'activitat extractiva. De fet, tots aquests factors poden contribuir a la modificació de l'hàbitat i ecosistema propers a l'explotació, el que pot provocar la migració de determinades espècies de fauna i la degradació de la comunitat vegetal.

Taula 1: Impactes relacionats amb l'activitat extractiva i mesures correctores

MEDIS I FACTORS AFECTATS		IMPACTES	MESURES
Medi Inert	Sòl	Ocupació irreversible del sòl fèrtil	Retirada i aprovisionament del sòl extret
		Alteració del sòl als voltants de l'explotació	Disseny d'un model que permeti l'ús posterior del sòl
	Roques	Augment dels riscos geològics	Afavorir l'estabilitat i drenatge
		Augment dels processos erosius	Revegetació ràpida
	Aigües superficials	Alteració permanent dels drenatges superficials	Creació de sistemes de drenatge
		Contaminació	Recollida i canalització de les aigües contaminades
	Aigües subterrànies	Alteració temporal del cabal	
		Contaminació dels aqüífers per lixiviats	Recollida dels lixiviats
	Atmosfera	Contaminació per partícules sòlides i gasos	Reg i revegetació
		Contaminació acústica	Mesures per a la disminució de soroll
Medi biòtic		Eliminació o alteració dels hàbitats vegetals	Revegetació amb espècies autòctones
		Canvi de les pautes de comportament de la fauna	Mesures per a la disminució de soroll
Medi perceptiu		Pertorbació del caràcter global del paisatge	Reduir la mida de l'explotació
			Remodelació topogràfica
			Revegetació amb espècies autòctones

Font: Web del Gobierno de La Rioja, apartat de Política territorial [5]. Data de consulta: Desembre de 2007.

1.1.5.CRITERIS DE RESTAURACIÓ AMBIENTAL

Des del inici de la fase de redacció del projecte s'ha de tenir en compte quin serà el model de restauració de l'activitat extractiva. En funció de les característiques de l'explotació s'haurà de desenvolupar un tipus de restauració adequat.

A l'hora de realitzar un pla de restauració d'una àrea determinada, s'han de conèixer tots els condicionants geoecològics (clima, geologia, litologia, fauna, flora, hidrologia, paisatge, etc.) i culturals (demografia, economia i història) de l'entorn i de la zona que s'ha de recuperar. També és important conèixer a fons els usos anteriors del sòl i els antecedents del indret, com per exemple possibles contaminants del sòl, de l'aigua, edificacions, compactacions, etc. A partir de tota aquesta informació es pot començar a desenvolupar un esquema de com serà la restauració i a quins usos serà dedicat l'espai un cop restaurat.

Establertes les problemàtiques inicials i els condicionants caldrà desenvolupar un pla de restauració, que contindrà totes les actuacions necessàries per aconseguir els objectius fixats. El disseny global de la restauració ha d'orientar totes les intervencions, tan des del punt de vista de la integració paisatgística i ecològica, partint dels usos als que es pretén destinar l'espai. A partir dels requeriments dels usos i activitats futures previstes i potencials a desenvolupar, i dels factors condicionants i limitants, s'han de definir els models de restauració a aplicar en cada unitat de l'espai. Cada model de restauració consisteix, bàsicament, en una imatge de com ha de ser tractat l'espai en termes de cobertura vegetal, característiques de la superfície del terreny, etc. Els usos que es donen majoritàriament són l'agrícola i el forestal.

La recuperació d'una àrea ha de tenir com a base la seva integració en el paisatge, comprenent un anàlisi profund de les interrelacions que tenen lloc entre els elements geoecològics i culturals que el configuren.



Font: Web del Gobierno de La Rioja, apartat de Política territorial.

Data de consulta: Desembre de 2007.

Figura 1: Detall de procediment de reestructuració geomorfològica.

Des del punt de vista de programació de les actuacions, una cop definit el model de restauració es necessari condicionar progressivament el terreny amb la finalitat de que els usos previstos siguin factibles. Es procedirà a definir las diferents actuacions segons els casos, com per exemple, retirar els residus i sòls contaminats, remodelar la zona adaptant la topografia a les necessitats previstes, millorar del drenatge que controla l'erosió, reconstruir el sòl i implantar la coberta vegetal que correspongui als usos i al model de restauració triat [5].

Existeixen una sèrie d'actuacions bàsiques de restauració, tècniques i mesures correctores a tenir en compte. A continuació en revisarem les més importants [5]:

Desmantellament d'edificacions i estructures residuals. Tractament i gestió de residus.
S'ha de preveure la demolició de totes les edificacions i infraestructures, a excepció de certs

elements i instal·lacions que puguin tenir un valor d'ús. Un cop desmantellades les edificacions i estructures s'han de tractar in situ i/o retirar tots els elements aliens al terreny natural i traslladar-los a un abocador autoritzat.

Remodelació topogràfica. L'adequació morfològica consisteix en el modelat de les superfícies amb la finalitat d'aconseguir una topografia adequada al model de restauració seleccionat, segons les diferents zones, de manera que els terrenys s'integrin en l'entorn i es faciliti el drenatge natural de les aigües superficials. Es tracta fonamentalment de moviments de terres - excavacions, terraplenats, formació de terrasses o abancalaments - per aconseguir pendents més suaus. Encara que en general s'ha de tendir cap a la restauració de les formes prèviament existents, pot ser vàlid la creació d'una nova morfologia a l'espai afectat. Així, les graveres amb la creació de basses inundades poden convertir-se en refugis d'aus aquàtiques, per exemple.

Els talussos han de ser dissenyats en funció dels elements geotècnics de seguretat i dels elements paisatgístics de cada espai concret. La morfologia resultant serà, preferentment, amb poca pendent amb la finalitat d'evitar l'atrinxerament i afavorir la revegetació. Talussos més inclinats es poden justificar només si els impactes ambientals causats per la major ocupació del sòl en talussos més horitzontals no compensen les avantatges d'aquests. Sempre es preferible i recomanable adoptar perfils irregulars i arrodonits.

Respecte l'acabat dels talussos, sempre que sigui possible, s'ha de cobrir la superfície del talús amb materials fins i amb terra vegetal. S'ha de disposar una morfologia que eviti formes agudes o sobresortints per dificultar l'erosió i facilitar la colonització vegetal. Un dels objectius en la restauració ha de ser la seva total integració paisatgística. Hi ha diverses tècniques específiques pel tractament de talussos com la malla metàl·lica, les mantes orgàniques, les xarxes orgàniques biodegradables, malles amb substrat orgànic, geomalles o murs jardineria que poden ajudar a gestionar eficientment la restauració d'un talús.

Descompactació i preparació de sòls. En zones prèviament ocupades per edificacions, instal·lacions auxiliars i viari es portarà a terme una descompactació del terreny mitjançant actuacions d'escarificat, subsolat i/o rasclat, segons els casos. Totes aquestes actuacions s'han de realitzar seguint les corbes de nivell, és a dir, en sentit perpendicular a la pendent, de manera que es redueix l'escorrentia superficial i la corresponent erosió. Per últim, mitjançant l'escarificat s'aconsegueix un millor contacte entre la terra vegetal i el terreny sobre el que s'estén, millorant la infiltració de l'aigua, evitant el despreniment de la terra vegetal i facilitant la penetració de les arrels.

Tècniques específiques per corregir l'erosió, estabilitzar les superfícies i condicionar drenatges. Aquest tipus de mesures tenen com a finalitat la protecció dels talussos, incloent moviments de remodelació de la superfície, tractaments de drenatge i de protecció superficial addicional a la coberta vegetal. La idoneïtat i disseny depèn de la duresa del substrat i de la inclinació final de les superfícies.

Entre les mesures constructives contra l'erosió trobem la creació de petits bancals i terrasses a les zones de major risc d'erosió com a mètode per reduir la inclinació i longitud de declivi, frenant l'escorrentia superficial. Sobre els drenatges, no han de comportar la inestabilitat del sòl. Cal instal·lar cunetes a la base de los talussos. Els desaigües han de ser dirigits als cursos naturals o, en el seu defecte, fins el peu dels terraplens. Els problemes derivats de l'excés d'aigua ha de corregir-se amb les mesures o obres de drenatge adients per cada cas.

Aportació de sòl i terra vegetal. S'ha de guardar i recuperar la capa superior de sòl vegetal disponible que vagi a ser alterada per qualsevol element de l'obra, per a la seva posterior utilització en els processos de restauració del sòl i vegetació. Per facilitar els processos de colonització vegetal, s'ha de separar els horitzons superficials dels sòls susceptibles de ser utilitzats i realitzar el desbrossament vegetal incorporant-lo posteriorment a la terra vegetal. S'ha de mirar de no mesclar diferents capes. Quan en una zona es prevegi una mala qualitat global dels materials recuperables es pot establir algun tipus de esmena orgànica. L'estesa de la terra vegetal s'ha de realitzar sobre el terreny ja remodelat amb maquinària que ocasioni una mínima compactació. Per proporcionar un bon contacte entre les successives capes de

material superficial s'aconsella escarificar la superfície abans de cobrir-la. Un cop s'hagi procedit a l'estesa de la capa de terra vegetal, es llaurarà per igualar-la i esponjar-la. Sovint es aconsellable emprar adobs orgànics i esmenes amb la finalitat de millorar algunes propietats del sòl.

Revegetació i reforestació

El tipus de restauració vegetal que es plantegi haurà de ser coherent tan des del punt de vista ecològic com paisatgístic amb el territori i els usos prevists. Això implica que haurà de tractar-se el terreny alterat en funció de l'aspecte i composició vegetal predominant aconseguint que sigui el més semblant possible a l'inicial. Això suposa l'ús d'espècies autòctones, adaptades a les condicions del medi on s'actua, el que facilitarà l'èxit dels tractaments reduint els costos de manteniment.

La restauració vegetal ha de tenir present les directrius ecològiques, paisatgístiques i de control de l'erosió. Els principals factors que s'han de tenir en compte per fer la selecció d'espècies vegetals a utilitzar en la restauració són:

- Els condicionants macroclimàtics i microclimàtics.
- Els usos del sòl circumdant, de manera que sigui efectiva la coherència ecològica i paisatgística.
- La forma i l'estructura geofísica prevista de les superfícies a revegetar (inclinació, granulometria, pedregositat-rocositat, litologia, etc.) que condicionaran el tipus de revegetació, la quantitat de material a utilitzar, etc.
- Adaptabilitat a les condicions edàfiques de l'espai, de manera que precisi poc seguiment i tractaments.

Tot això s'ha de traduir en la utilització preferent de plantes i llavors d'espècies autòctones d'arbres, arbustos, matolls i herbàcies anuals o bianuals, que han de procedir de la mateixa zona o de zones similars, segons criteris biogeogràfics, biològics, de vegetació potencial i climàtics.

Ha d'haver-hi una preparació de les superfícies per la restauració vegetal. En primer lloc com ja s'ha comentat, es restabliran els aspectes funcionals com la morfologia, condicions del subsòl, drenatge, quantitat i qualitat del sòl. Després es procedirà a la recuperació o reposició de la vegetació seleccionada. Aquesta recuperació es pot dur a terme mitjançant l'ús de tècniques de sembra, hidrosembra i plantació. És recomanable que totes les superfícies portin un tractament d'implantació de herbàcies com a primera fase en la protecció del sòl. En funció de l'estat del sòl s'utilitzaran sempre que sigui possible sistemes de sembra directa.

En quan a les espècies sembrades, el millor serà una mescla d'espècies poc agressives que es limitin a fixar el sostrat protegint-lo de l'erosió inicial i enriquint-lo amb matèria orgànica, de manera que se es creï un medi adequat per la instal·lació de la flora espontània de la zona. Aquestes mescles hauran d'incloure dosis suficientment eficients de llavors del tipus "estarter" i a ser possible no incorporaran plantes de gran desenvolupament en altura.

La plantació d'exemplars arboris i de matoll (espècies arbustives i subarbustives) que formaran una coberta vegetal estable, ha de presentar el major nombre d'estrats possible. A més ha de servir per controlar l'erosió i millorar la integració paisatgística i ha de suposar una font d'aliment i refugi per la fauna.

Milliores de l'hàbitat per a la fauna. Les accions encaminades a la recuperació dels hàbitats seran molt variables en funció del tipus d'hàbitat (bosc, cultiu, aquàtic, etc), del seu estat de degradació i de la seva importància. La recuperació dels hàbitats degradats passa per l'execució d'algunes mesures, entre les que destaquen la habilitació de refugis, nius i caus per a qualsevol tipus de fauna potencial.

1.2.TIPOLOGIA DE LES ACTIVITATS EXTRACTIVES

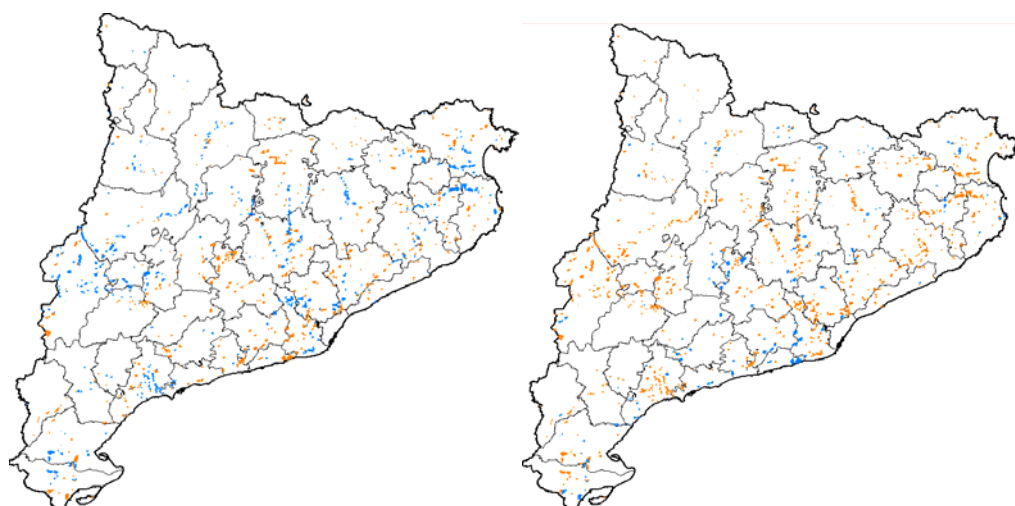
1.2.1.RECURSOS MINERALS

La litologia de Catalunya s'estén al llarg dels tres dominis de roques més abundants, el calcari, el silícic i l'argilós. Durant el període Paleozoic es van desenvolupar als Pirineus i a les parts més orientals de les Serralades Litorals els actuals terrenys silícics (majoritàriament de granits i d'esquistos). Durant el Mesozoic i al llarg de les Serralades Costaneres, la Serralada Transversal i als Pre-Pirineus s'hi van formar els terrenys calcaris. Per últim, a la Depressió Central i bona part del territori costaner hi predominen els materials argilosos, també de naturalesa calcària. A més al llarg de tots els cursos fluvials i riberencs s'han format acumulacions de sediments en forma de graves i sorres.

Les roques calcàries i les graves i sorres són els materials d'explotació més abundants i importants a Catalunya.

Les roques calcàries són roques sedimentàries caracteritzades per una composició mineralògica centrada al voltant de la calcita o de l'aragonita amb un percentatge superior al 50% de carbonat càlcic (Ca CO_3). Una part molt important de les aportacions de carbonat càlcic als sediments és deguda a fragments d'esquelets d'organismes. De calcàries n'hi ha de molt diferents tipus i cadascun d'ells és adequat per a un ús determinat. Els usos més freqüents són la trituració per obtenir àrids per a la fabricació de formigons i de morters, la construcció de paviments, ciment, calç o vidre, l'ús en la indústria siderúrgica, com a roca ornamental o l'obtenció de calç (CaO) per calcinació.

Les graves i sorres són roques sedimentàries formades per fragments de diverses mides d'altres roques preexistents i que presenten baixa o nul·la cimentació. Per tant són sediments incoherents i heterogenis, que procedeixen de l'erosió de roques preexistents. Segons la mida del gra es classifiquen des de sorres (menys de dos mil·límetres de diàmetre) fins a graves, de l'ordre de fins a 25 mil·límetres de diàmetre. Els jaciments de sorres i graves són, bàsicament, dipòsits de sedimentació al·luvials i col·luvials que se solen trobar als meandres dels rius, en terrasses fluvials, en terrasses fluvials penjades, en planes al·luvials i als deltes. S'extreuen de les graveres, llocs en què s'acumulen de forma natural. Aquests àrids s'encareixen pel transport, per la qual cosa s'han d'extreure prop dels punts de consum, i poden originar greus impactes a l'entorn. S'aprofiten com a àrids naturals per a la construcció de carreteres (material de rebliment i plataforma, subbase, fabricació d'aglomerat asfàltic...), la fabricació de formigons i morters i de materials prefabricats.



Font: Elaboració pròpia a partir de la base cartogràfica d'activitats extractives situades en el domini públic hidràulic i a la resta del territori.

Figura 2: Mapes de distribució de les pedreres (color blau) de graves i sorres (esquerra, mapa 1) i de roca calcària (dreta, mapa 2) a Catalunya. En color marró es representa la resta d'activitats extractives.

El mapa 1 representa la distribució de les explotacions de grava i sorres a Catalunya. S'hi pot observar l'agrupament de les explotacions al voltant de la xarxa hidrogràfica, això es degut a que el dipòsit de grava i sorres va lligat al pas de cursos fluvials.

El mapa 2 representa la distribució de les explotacions de material calcari. El nombre d'explotacions és menor si bé acostumen a ser més extenses. Les explotacions es troben arreu de Catalunya, però principalment s'extreuen a les comarques de l'Alt Empordà, Alt Penedès, Alt Urgell, Anoia, Baix Camp, Garraf, Gironès, i Montsià.

Pel que fa a les aplicacions derivades de l'explotació de recursos minerals, el sector més important és el de la construcció. Les roques emprades en la construcció constitueixen el grup amb el major volum i pes de tots els recursos minerals, cosa que suposa el problema més gran amb vista a ser utilitzades, ja que transportar-les és car. En general, s'anomenen àrids, i s'obtenen de tots els tipus de roques dures conegudes. Alguns s'empren tal com es troben a la naturalesa i d'altres, en canvi, han de ser transformats prèviament abans d'utilitzar-los.

Una de les aplicacions més importants derivades de l'extracció és la producció del ciment. El ciment és una barreja de calcària i argila que se sotmet a una temperatura de cocció de més de 1.400 °C perquè perdi l'aigua i CO₂, posteriorment, es matxuca. Quan es torna a afegir aigua, es converteix en una massa que s'endureix i dona cohesió als materials de construcció. Les fàbriques de ciment se solen instal·lar prop de les pedreres d'on s'extreu el seu component majoritari, la calcària, ja que l'argila sol ser abundant.

1.2.2. ACTIVITATS EXTRACTIVES

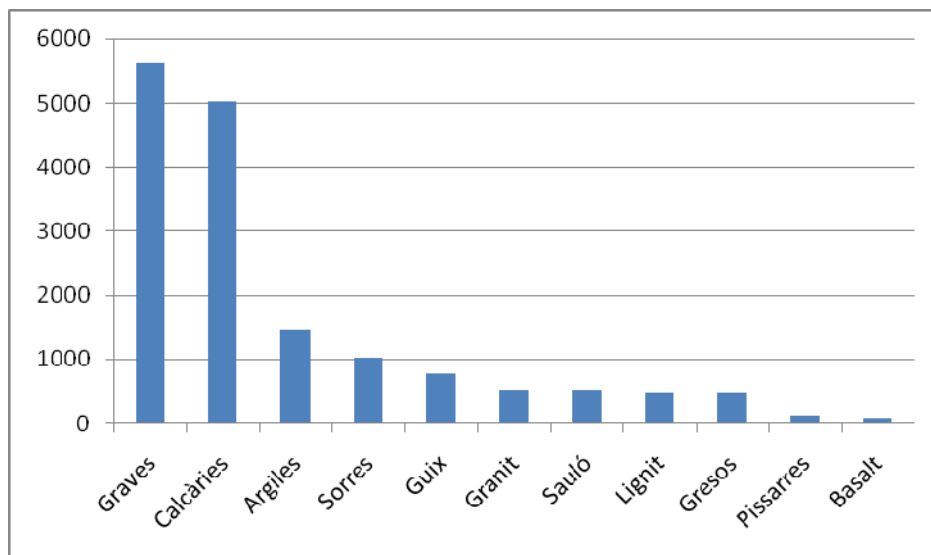
Degut a la seva diversitat litològica i a la distribució irregular dels recursos minerals, a Catalunya hi ha un gran nombre i una gran varietat d'activitats extractives que s'estenen al llarg de tot el territori. Segons la base de dades *extcata.mmz* d'abril del 2007, hi ha un total de 2663 àrees amb activitats extractives, de les quals 2501 són autoritzacions d'explotació i 152 són concessions d'explotació.



Font: DMHA, extcata

Figura 3: Mapa de distribució de les activitats extractives de Catalunya.

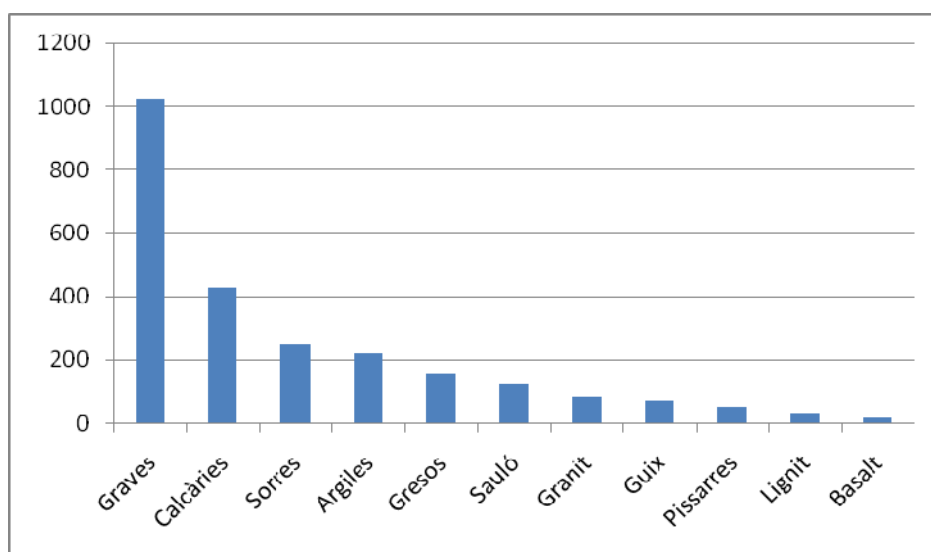
La superfície ocupada pel conjunt d'activitats extractives a Catalunya actualment és de 17793,4 ha. S'observa un increment de 4526 ha afectades per activitats extractives o autoritzades per a ser explotades respecte a l'abril de l'any 2006. En quan a la superfície ocupada per cada grup d'activitats extractives, les explotacions de roques calcàries comprenen al voltant de 5030 ha, les graves i sorres unes 6554 ha, les argiles ocupen 1479 ha i el granit i sauló unes 1068 ha en total. La resta d'explotacions no sobrepassen les 1000 ha de superfície ocupada. Per tant, els recursos minerals que afecten més superfície són les calcàries, les graves i sorres, l'argila i el granit i sauló.



Font: Elaboració pròpia mitjançant dades d'extcata.

Figura 4: Superfície ocupada per les activitats extractives (ha) en funció del material extret.

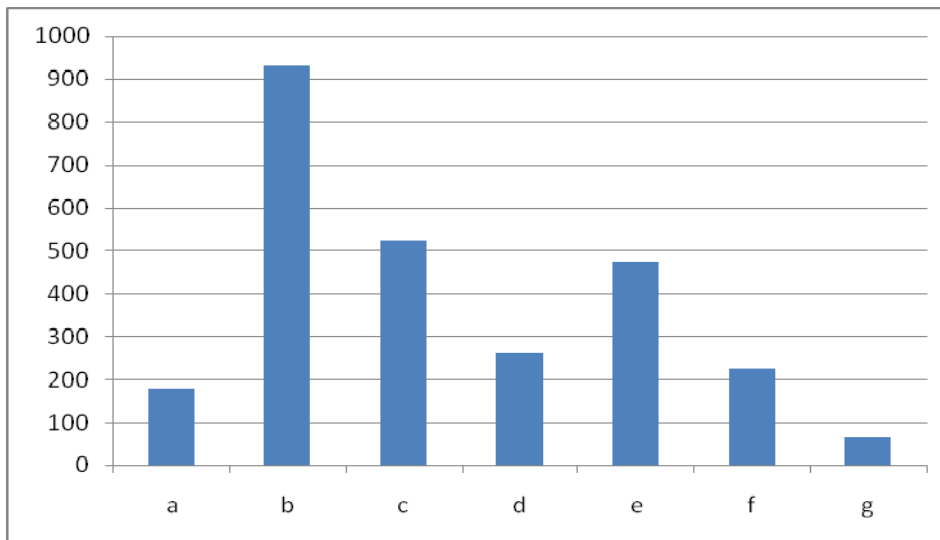
En quan al nombre d'explotacions, les graves són amb diferència el material amb més nuclis d'extracció, concretament 1024 explotacions. En segon terme trobem les explotacions de calcàries amb 429 explotacions, de sorres amb 254 explotacions, d'argiles amb 220 explotacions i de granit-sauló amb 201 explotacions. Fora d'aquest grup hi trobem la resta d'activitats extractives que no gaudeixen de tanta importància. En són exemples els gresos, el guix, les pissarres, el lignit, els marbres, el basalt o les margues.



Font: Elaboració pròpia mitjançant dades d'extcata.

Figura 5: Nombre d'explotacions en funció del material extret.

Pel que fa a la situació actual de les explotacions, hi ha 177 activitats autoritzades però no iniciades (a), 930 activitats en actiu i amb restauració no iniciada (b), 525 activitats en actiu amb restauració integrada (c), 263 activitats restaurades en període de garantia (d), 473 activitats finalitzades (e), 227 activitats amb afecció pendent de regularització (f) i 65 activitats englobades en una nova explotació (g).

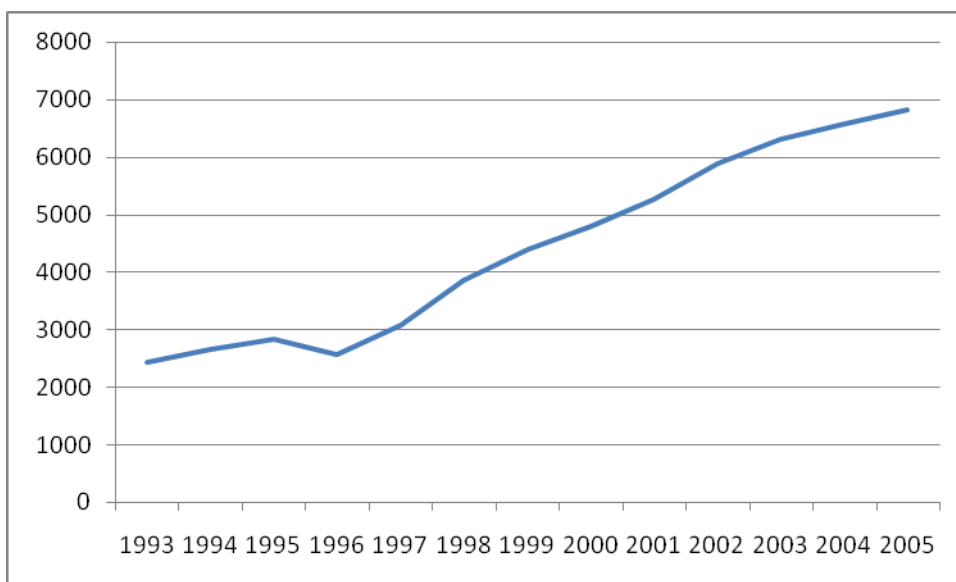


Font: Elaboració pròpia mitjançant dades d'extcata.

Figura 6: Nombre d'activitats extractives en funció de la seva situació actual. Activitats autoritzades però no iniciades (a), activitats en actiu i amb restauració no iniciada (b), activitats en actiu amb restauració integrada (c), activitats restaurades en període de garantia (d), activitats finalitzades (e), activitats amb afecció pendent de regularització (f) i activitats englobades en una nova explotació (g)

1.2.3. RITME D'EXPLOTACIÓ DE LES ACTIVITATS EXTRACTIVES

El volum de material extret per les activitats extractives es pot relacionar amb el consum mercantil del material explotat. En el cas de les explotacions dedicades a les roques calcàries, argiles i àrids, el ritme d'extracció queda íntimament relacionat amb la demanda de ciment, ja que es tracta de materials essencials per a la seva fabricació. Mitjançant les dades de l' Institut d'Estadística de Catalunya, s'ha elaborat un gràfic que representa el consum aparent de ciment, que inclou només les vendes interiors sense tenir en compte les importacions o introduccions d'altres països.



Font: IDESCAT [7].

Figura 7: Consum aparent de ciment en els darrers 15 anys, estimat en milers de tones.

Com es pot observar en el gràfic, la tendència general correspon a un augment del consum de ciment i, per tant, de material explotat. Durant els tres primers anys inclosos en el gràfic, la variació del consum se situa al voltant del 8% de creixement. A l'any 1996 hi ha un decreixement sobtat del ciment consumit, representant l'única variació negativa dins del gràfic. En els següents anys el ritme de consum creix amb força situant la variació interanual fins al 25% de creixement. Tot i això, s'observa una tendència a la normalització dels valors, que paulatinament, creixen a menor ritme. De fet, des del 1997 els valors disminueixen el seu creixement constantment fins arribar al previsible no creixement o estancament interanual.

Tot i no disposar de dades oficials la tendència ens duu cap un escenari general d'estabilització progressiva (fins i tot disminució) del consum d'aquest material de construcció. Això implica també una decreixement de la superfície dedicada a l'explotació en activitats extractives dedicades a les calcàries, àrids i argiles [7].

La manca d'informació referent al període anterior al 1993, no ens permet obtenir dades sobre el ritme d'explotació a Catalunya. Tot i això, a nivell estatal si existeixen dades; de fet s'estima que del 1980 al 1984 hi va haver un petit decreixement del consum d'àrids, seguit d'un fort increment fins al 1991, i d'un decreixement posterior molt marcat fins al 1993. A partir d'aquesta data el creixement a nivell estatal coincideix amb les dades a nivell de Catalunya que s'han presentat.

1.3.ESTIMACIÓ DE LA SUPERFÍCIE RESTAURADA EN EL PERÍODE 1993-2003

Gràcies a l'“Estudi sobre el ritme de restauració de les activitats extractives de Catalunya” realitzat per Montserrat Marigot Manrique (Projecte de CC. AA., 2007) s'ha pogut tenir una primera aproximació actualitzada de l'evolució de les activitats extractives a Catalunya. L'objectiu inicial d'aquest estudi volia determinar si el ritme de restauració és el mateix que el d'explotació. La metodologia emprada en el citat projecte es fonamenta en l'anàlisi, mitjançant sistemes d'informació geogràfica, d'una mostra representativa d'imatges aèries i cartografia detallada dels usos del sòl de les activitats extractives que presenten restauració integrada a Catalunya.

A partir de la base de dades de les dues primeres edicions del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC) es va obtenir la superfície considerada “en explotació” de les activitats extractives presents als anys 1993 i 2003. Gràcies a les ortofotoimatges es va detallar si la superfície que havia deixat de ser explotada havia estat restaurada. D'aquesta manera es va estimar el ritme d'explotació i de restauració.

Els resultats obtinguts determinaven que la superfície disponible a l'any 2006 per les activitats extractives a Catalunya era de 13267 hectàrees i que el 30,3% d'aquesta superfície era afectada per les activitats en actiu amb restauració integrada. La mostra estudiada va incloure un 92% de les activitats de granit i sauló presents a Catalunya, un 80% de les activitats de roques calcàries, un 63% de les activitats d'argila i un 37% de les activitats de sorra i graves. L'estudi es va dur a terme distingint aquests quatre tipus de material extret [6].

Com a conclusió general es va establir que en el període entre 1993 i 2003 s'apreciava una disminució global de la superfície afectada per extraccions, de les activitats compreses dins la mostra, de 73,8 ha. En concret s'havia passat de 1421 ha explotades al 1993 fins a 1347 hectàrees al 2003 [6]. Partint d'aquestes dades es va determinar que el ritme de restauració era lleugerament més elevat que el d'extracció.

Respecte a les conclusions en funció del material explotat es van treure dades interessants. A les explotacions de roques calcàries el ritme d'explotació era lleugerament inferior al de restauració tot i que el procés restaurador és lent i difícil. Pel que fa a les explotacions d'argiles, s'observava un progrés en la restauració amb taxes de restauració més elevades que d'explotació. Respecte a les explotacions de graves i sorres, la taxa de restauració tornava a ser més elevada que la d'explotació però s'observaven molts casos on no s'havien iniciat processos de restauració. Per últim, les explotacions de granit i sauló presentaven molta heterogeneïtat i les taxes d'explotació eren més elevades que les de restauració.

Tot i els resultats obtinguts, el fet que aquest projecte utilitzes una metodologia basada únicament en sistemes d'informació geogràfica i en bases cartogràfiques digitals, corresponents únicament al 1993 i al 2003, fa que presenti certes limitacions metodològiques. Les conclusions no permeten definir si la restauració i l'explotació es realitzen de manera compaginada, és a dir, no permeten aclarir si realment s'està duent a terme una restauració integrada tal i com promou la legislació vigent.

1.4.LEGISLACIÓ

El marc legal present a Catalunya referent a la protecció i a la restauració dels espais afectats per les activitats extractives a cel obert està constituït actualment per la Llei 12/1981, de 24 de desembre, per la qual es van establir normes addicionals de protecció dels espais d'especial interès natural afectats per activitats extractives i pel Decret 343/1983, de 15 de juliol, de desplegament de la pròpia llei. Ambdues disposicions varen ser actualitzades pel Decret 202/1994, de 14 de juny, i pel Decret legislatiu 14/1994, de 26 de juliol, que estableixen normes addicionals més adients al procés evolutiu que han experimentat la gestió i el control d'aquestes activitats en els darrers anys [1].

A nivell estatal el marc legislatiu té un caràcter més generalista i poc especialitzat on s'estableixen directrius i consells molt flexibles. Bàsicament trobem la Llei 22/1973, de 21 de juliol, de mines, i el Reglament de mines, desenvolupat al Decret 2857/1978, de 25 d'agost.

Normativa catalana

- Llei 12/1981, de 24 de desembre, per la qual s'estableixen normes addicionals de protecció dels espais d'especial interès natural afectats per activitats extractives.
- Decret 343/1983, de 15 de juliol, sobre les normes de protecció del medi ambient d'aplicació a les activitats extractives.
- Ordre de 6 de juny de 1988 de desplegament parcial del Decret 343/1983, de 15 de juliol, sobre normes de protecció del medi ambient d'aplicació a les activitats extractives.
- Decret 67/1991, de 8 d'abril, pel qual s'assignen competències i funcions al Departament de Medi Ambient.
- Decret 202/1994, de 14 de juny, pel qual s'estableixen els criteris per a la determinació de les fiances relatives als programes de restauració d'activitats extractives.
- Decret legislatiu 14/1994, de 26 de juliol, pel qual s'adequa la Llei 12/1981, de 24 de desembre.
- Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals.
- Llei 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya.
- Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental.

Normativa estatal

- Llei 22/1973, de 21 de juliol, de mines.
- Decret 2857/1978, de 25 d'agost, de mines. Reglament general per al règim de la mineria.
- Reial decret 2994/1982, de 15 d'octubre, sobre restauració d'espais naturals afectats per activitats extractives.
- Reial decret 1116/1984, de 9 de maig, sobre restauració d'espais naturals afectats per les explotacions de carbó a cel obert i aprofitament racional d'aquests recursos energètics.
- Ordre de 13 de juny de 1984 sobre normes per a l'elaboració dels plans d'explotació i de restauració d'espais naturals afectats per les explotacions de carbó a cel obert i l'aprofitament racional d'aquests recursos energètics.
- Llei 29/1985, de 2 d'agost, d'aigües.
- Reial decret 849/1986, d'11 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament del domini públic hidràulic, que desenvolupa els títols preliminars I, IV, V i VII de la Llei 29/1985, de 2 d'agost, d'aigües.

1.4.1.LA LLEI 12/1981, DE 24 DE DESEMBRE

En l'evolució de la gestió de la restauració dels indrets afectats per activitats extractives, es poden diferenciar clarament dues etapes que corresponen a abans de l'aprovació de la Llei 12/1981 i a després. Abans de l'aprovació de la Llei 12/1981, l'explotador no estava obligat a restaurar l'entorn afectat per l'activitat extractiva més enllà dels requeriments que alguns capítols de la Llei de mines i del seu Reglament establien de forma genèrica o de principi. Això feia que l'explotació

s'abandonés una vegada havia perdut el seu valor econòmic i, per tant, es deixava al descobert una superfície nua, sense cap tipus de restauració ni de consideració envers el medi físic. Com a instrument per a solucionar aquesta problemàtica, la nova legislació va comportar una sèrie de millores molt importants.

La llei més important i de major aplicació és la Llei 12/1981. Estableix les directrius bàsiques per a la restauració dels espais afectats per activitats extractives amb la finalitat d'aconseguir que, un cop acabada l'explotació, puguin integrar-se en el conjunt natural en què es troben amb normalitat. És destacable el caràcter pioner i globalitzador que presenta aquesta llei a nivell estatal.

Inicialment l'objectiu principal de la Llei 12/1981 consistia a possibilitar la implantació d'activitats extractives en espais d'interès natural, compatibilitzant l'explotació dels recursos naturals amb la conservació del medi mitjançant el reforçament dels mecanismes de control del impacte ambiental que genera aquest tipus d'activitats. L'obligació de restaurar l'àrea afectada i el dipòsit d'una fiança de restauració per part de l'explotador són dos factors efectius que aquesta llei proposa per assegurar el control dels impactes ambiental. Tot i que en un principi només s'aplicava a espais d'interès natural, es va fer extensiva a tot el territori de Catalunya, amb lleugeres modificacions en la quantia de la fiança per a les àrees no incloses en la xarxa d'espais d'interès natural.

Els requisits bàsics que imposa la Llei 12/1981 són:

- El programa de restauració de l'àrea afectada.
- El dipòsit d'una fiança per part de l'explotador.
- La fixació del període de garantia per assegurar l'efectivitat del compliment del programa de restauració.

1.4.2.EL PROGRAMA DE RESTAURACIÓ

El document que resulta més interessant en el nostre estudi és el programa de restauració ja que obliga a realitzar un anàlisi detallada de l'estat inicial de l'indret, una descripció de les característiques de l'activitat i un estudi dels efectes sobre el medi, una relació de les mesures preventives, correctores i protectores que cal implantar durant la vida de l'activitat dirigides a eliminar, a minvar o a reduir els impactes ambientals, i per últim una relació de les accions restauradores i correctores que cal aplicar sobre les àrees afectades un cop finalitzats els treballs d'aprofitament. El contingut complet del Programa de Restauració es troba detallat al Decret 343/1983, del 15 de juliol.

El programa de restauració té la funció de preveure i de compensar les conseqüències perjudicials que les actuacions extractives tenen sobre el medi ambient. Això s'aconsegueix amb la definició de les mesures de restauració pertinents que cal adoptar tant a la fi de cada fase de l'explotació com en acabar l'activitat extractiva. La finalitat del programa de restauració és aconseguir que la zona afectada per l'explotació quedi integrada en el conjunt natural que l'envolta. La restauració dels espais afectats per les activitats extractives ha de ser coherent amb els usos del sòl existents abans d'iniciar l'explotació [1].

1.4.3.LA RESTAURACIÓ INTEGRADA

El concepte de restauració integrada s'ha perfilat com un mecanisme molt eficaç per minimitzar l'impacte ambiental que provoquen les activitats extractives a cel obert. De fet es tracta d'un sistema molt efectiu per a la recuperació del medi natural. Comptant amb l'experiència aconseguida durant els primers anys de vigència de la Llei 12/1981, l'any 1988 es va instaurar definitivament el concepte de restauració integrada.

La restauració integrada es basa fonamentalment en el principi de mineria de transferència, és a dir que procura aprofitar els moviments de terra que genera la mateixa activitat extractiva per restaurar paral·lelament les zones ja explotades. Permet al titular de l'explotació d'adaptar les feines de restauració al ritme de les activitats d'extracció i minimitzar així els costos econòmics de

la restauració. La restauració integrada també assegura la reducció de les àrees afectades a les mínimes imprescindibles i reforça el lligam afectació/restauració com a premissa obligada de qualsevol activitat minera a cel obert. A més, a aquells que practiquen la restauració integrada se'ls ofereix la possibilitat de recuperar gradualment la fiança que han hagut de dipositar prèviament en funció del progrés que segueixen les tasques de restauració [1].

La restauració integrada accelera el procés de restauració, ja que la regeneració dels hàbitats naturals que han estat malmesos es fa paral·lelament a l'explotació. Aquesta simultaneïtat és un aspecte que reforça la conveniència, per part del titular de l'explotació, de dur a terme la restauració integrada, atès que els processos de restauració naturals de l'espai afectat solen ser lents.

2.OBJECTIUS

El present projecte pretén donar resposta a dos qüestions principals:

- Analitzar l'evolució dels treballs de restauració en una selecció d'activitats extractives a Catalunya.
- Estimar la qualitat de les restauracions efectuades en base a la observació de la vegetació desenvolupada, el control de l'erosió i la integració paisatgística.

Es tracta de dues qüestions importants per poder constatar si la implementació de les normatives que obliguen a la restauració de les activitats extractives s'està duent a terme d'una manera eficaç des dels punts de vista de la recuperació de la superfície afectada i de la qualitat dels treballs efectuats. Les respostes als objectius marcats s'establiran a partir de l'anàlisi d'una mostra d'activitats extractives que exploten dos dels principals tipus de recursos minerals de Catalunya, com són les roques calcàries i les graves i sorres. L'anàlisi es durà a terme "*in situ*" mitjançant treball de camp a cada una de les explotacions contemplades dins de la mostra i a partir del posterior tractament de la informació obtinguda mitjançant sistemes d'informació geogràfica.

3.METODOLOGIA

La metodologia emprada per a realitzar aquest projecte es classifica en tres etapes cronològiques. La primera etapa és de caràcter teòric i les següents són de caràcter pràctic. La part teòrica consisteix en la cerca, triatge i processament de la informació per tal d'establir els fonaments de l'estudi. La segona etapa ha consistit en l'estudi pràctic sobre el terreny amb la finalitat d'obtenir les dades, i la tercera etapa ha consistit en el posterior tractament i interpretació de les dades obtingudes.

3.1.ETAPA 1. RECOPIACIÓ D'INFORMACIÓ I ESTABLIMENT DE FONAMENTS

Inicialment s'ha dut a terme una tasca de cerca i selecció de la informació relacionada amb l'àmbit de la gestió de les activitats extractives. Aquest procés resulta útil en primer lloc per conèixer i familiaritzar-se amb l'àmbit d'estudi, i per establir les bases fonamentals del treball. En concret s'ha consultat bibliografia especialitzada, organitzacions i empreses relacionades amb el sector i tècnics i professionals, a més d'institucions científiques especialitzades en aquest àmbit. S'ha estudiat detalladament el marc legal vigent, el concepte d'activitat extractiva, el procediment d'extracció, de restauració i els impactes derivats. S'han descrit els recursos minerals i les activitats extractives presents a Catalunya, i els antecedents respecte al ritme d'explotació i restauració.

Aquesta tasca ha ocupat principalment la part inicial del període de realització del projecte però també s'ha continuat ampliant al llarg de la durada d'aquest amb la intenció de donar la visió més actualitzada i completa possible.

A partir de la informació seleccionada s'han dut a terme tasques específiques, que han permès el disseny del protocol específic de treball a través de les quals s'ha realitzat la part pràctica. Paral·lelament, s'ha dut a terme una selecció d'activitats extractives com a mostra estudiada, tal i com s'especifica en el següent apartat.

3.1.1.MOSTRA D'ACTIVITATS EXTRACTIVES SELECCIONADA PEL PROJECTE

La selecció de la mostra d'estudi parteix de totes les activitats extractives presents a Catalunya. S'ha obtingut la relació d'activitats extractives a partir de la base de dades digital *extcata.mmz*. El mapa *extcata.mmz* recull totes les explotacions mineres catalogades a Catalunya fins l'abril de 2007. En aquest estudi, però, tan sols ens interessa l'evolució de les activitats regulades per la Llei 12/1981 que incorpora mesures de protecció del medi ambient. Les activitats anteriors a la Llei 12/1981 no es tenen en compte ja que no estan obligades a complir aquesta normativa. No s'han tingut en compte les activitats extractives que afecten al domini públic hidràulic ja que es tracta d'activitats regulades per la Llei 29/1985 d'Aigües, que planteja una gestió medi ambiental una mica diferent amb un procediment específic.

D'altra banda tampoc s'han tingut en compte aquelles activitats extractives amb una superfície total explotada inferior a una hectàrea. S'ha considerat que les activitats inferiors a una hectàrea són poc representatives de la mostra d'explotacions mineres i que el seu estat de restauració pot variar en excés en poc temps ja que poden resultar relativament senzilles de restaurar.

Dins d'aquesta mostra, degut a la diversitat de recursos minerals explotats a Catalunya, només s'estudiaran els recursos més abundants i representatius, és a dir les roques calcàries i les extraccions d'àrids de tipus graves i sorres.

En aquest marc restringit, per a cadascun dels grups configurats s'ha hagut d'acotar el número de casos estudiats en camp fins a un nombre que ens permetés dur a terme el projecte. Inicialment es volia tractar un major nombre de casos per a poder profunditzar al màxim en l'estudi. Tot i això, les dificultats alhora de contactar amb els representants d'algunes activitats extractives i les limitacions temporals i pressupostàries, no han permès ampliar el nombre de casos estudiats. En aquest sentit cal destacar que el projecte no ha estudiat una mostra prou àmplia per treure conclusions estadísticament fiables i extrapolables a nivell general.

En principi s'ha volgut triar una mostra d'activitats extractives basada en l'aleatorietat. Tot i això, hi ha factors decisius que han induït a seleccionar determinades pedreres. El factor més decisiu alhora de triar la mostra ha estat la facilitat alhora de contactar amb l'empresa explotadora, ja que han existit algunes dificultats i impediments. Per tant, s'han descartat algunes pedreres preseleccionades que no oferien facilitats alhora de dur a terme les entrevistes.

Finalment s'ha optat per incloure dins de la mostra activitats amb diferents característiques per representar la varietat de l'activitat extractiva a Catalunya. A tall d'exemple, a la mostra hi podem trobar des de petites explotacions de menys de cinc hectàrees fins a alguna de les grans explotacions del territori estudiat.

3.1.2.ELABORACIÓ DEL QÜESTIONARI

Amb la finalitat d'obtenir informació relativa a les característiques de l'explotació i de la restauració de cada una de les activitats extractives presents a la mostra s'ha elaborat un qüestionari amb un format de base de dades. L'objectiu es basa en elaborar una eina viable, a partir de la qual es pugui obtenir el màxim d'informació útil sobre el ritme d'extracció i l'estat de la restauració en el menor temps possible. El disseny d'aquest qüestionari i la selecció dels paràmetres a considerar ha estat la part més creativa d'aquest treball.

El procediment per elaborar el qüestionari ha partit de definir quin és l'objecte i les finalitats del nostre estudi. A partir d'aquí s'han seleccionat i definit les variables més útils i representatives per respondre'l. Alhora de seleccionar les variables s'ha hagut de determinar de forma explícita i unívoca el que representen, especificant-ne la denominació i definició de forma clara i precisa. Un cop triades les variables s'ha hagut d'establir i definir per a cada una, els valors, escales de mesura i categories que poden prendre.

Seguidament s'ha procedit a estructurar el qüestionari en funció dels objectius perseguits i de les variables tractades.

L'estructura principal del qüestionari parteix de delimitar el perímetre d'abast de l'activitat extractiva i dividir la superfície total en subzones en funció del seu estat d'explotació o restauració. Per a cada zona s'ha de determinar els períodes temporals en els quals s'han dut a terme la explotació, la restauració i el període de garantia. Amb aquestes dades es pretén calcular el grau de compliment de l'anomenada restauració integrada en cada activitat extractiva considerada.

La segona part està destinada a elaborar una descripció de les característiques de la restauració que s'ha dut a terme a cada subzona. La informació continguda s'ha estructurat en funció dels paràmetres ambientals més importants i representatius. S'ha tingut en compte els criteris ambientals de restauració detallats a l'apartat 1.1.5. L'objectiu d'aquesta darrera part es dur a terme una avaluació detallada de les característiques de la restauració des d'un punt de vista ecològic.

El qüestionari és una eina que serveix per a introduir les variables relatives a les característiques de cada activitat extractiva d'una manera individualitzada. Resulta imprescindible per poder dur a terme una descripció ràpida i detallada de l'activitat extractiva, i per poder dur a terme el posterior anàlisi de les dades obtingudes.

La mecànica per respondre el qüestionari és simple i concreta, de manera que resulti fàcil i senzill d'omplir en pocs minuts. El procediment es basa en realitzar una entrevista al tècnic facultatiu responsable de cada pedrera. Amb aquest mètode, la informació s'obté directament dels responsables de l'explotació.

Com a activitat paral·lela, el fet d'usar el qüestionari en les activitats extractives de la mostra ha resultat útil per dur a terme les tasques de validació i prova del propi qüestionari. S'han trobat i modificat algunes deficiències del propi qüestionari. El treball de camp ha resultat útil per posar a prova el qüestionari i perfeccionar-lo.

Com a factors limitants en la confecció del qüestionari han destacat la dificultat d'observació i mesura d'alguns paràmetres inicialment previstos, com es la presència de fauna per exemple.

Tenint en compte aquestes dificultats, es pretén obtenir un qüestionari especialitzat en restauració que inclogui paràmetres útils, representatius i fàcilment identificables i determinables.

3.2.ETAPA 2. OBTENCIÓ DE DADES. TREBALL DE CAMP

Un cop elaborat el qüestionari i triada la mostra d'activitats extractives s'ha procedit a iniciar la següent part del projecte que ha consistit l'obtenció de les dades per poder omplir el qüestionari en cadascuna de les activitats extractives presents a la mostra. S'ha realitzat l'entrevista corresponent a cada cas seguint les pautes del qüestionari per poder delimitar les zones, períodes d'explotació i de restauració, i les característiques de la restauració. Durant les entrevistes s'ha utilitzat una ortofotoimatge de l'activitat extractiva, que ha permès ubicar amb facilitat les subzones dins l'explotació. Gràcies al material cartogràfic cercat prèviament i a les observacions sobre el terreny s'ha avaluat la correspondència de la informació facilitada pel tècnic mitjançant la fotointerpretació i la observació directe en el camp.

En aquest àmbit cal destacar un seguit de limitacions que poden fer que les dades hagin arrossegat un petit marge d'error, en qualsevol cas negligible a l'escala de la mostra. En primer lloc, la delimitació de les subzones s'ha fet sempre seguint el criteri del facultatiu entrevistat. Això pot provocar errors en quan a la precisió de la delimitació. En qualsevol cas es tracta d'errors assumibles que no modifiquen de forma considerable el perímetre real de les subzones. En aquest sentit, també hi ha hagut situacions en que el fet de delimitar els períodes temporals d'explotació i restauració de manera molt detallada ha resultat una tasca complicada. Per tant, cal incidir en el caràcter orientatiu i aproximat tant de la delimitació de les subzones, com dels períodes temporals corresponents que s'han fixat.

3.3.ETAPA 3. TRACTAMENT I INTERPRETACIÓ DE DADES

Un cop obtingudes i contrastades totes les dades del qüestionari i cartogràfiques, s'ha procedit al seu processat, que s'ha dut a terme mitjançant la digitalització i vinculació a un Sistema d'Informació Geogràfica.

Sistema d'informació geogràfica. Programa MiraMon®

Un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) és una integració organitzada de hardware, software, dades geogràfiques i procediments, dissenyat per capturar, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar en totes les seves formes la informació geogràficament referenciada amb la finalitat de resoldre problemes complexos de planificació i gestió.

El SIG funciona com a una base de dades amb informació geogràfica que es troba associada per un identificador comú als objectes gràfics d'un mapa digital. Així, senyalant un objecte es poden conèixer els seus atributs i, inversament, preguntant per un registre de la base de dades es pot saber la seva localització en la cartografia. Les funcions que poden resultar més útils són la localització d'un objecte emmarcat en una xarxa de referència com poden ser les coordenades cartogràfiques, la selecció en funció del compliment d'unes condicions imposades al sistema o la comparació entre situacions temporals o espacials diferents.

La raó fonamental per utilitzar un SIG rau en la gestió de la informació espacial. El sistema permet separar la informació en diferents capes temàtiques i emmagatzemar-les independentment, permetent treballar amb elles de manera ràpida i senzilla. Cada una de les capes representa atributs diferents.

Actualment existeixen diversos programes SIG dissenyats per la gestió i tractament de la informació. El programa SIG que s'ha utilitzat en aquest estudi és el programa MiraMon® v.6.0f. (Miramón).



Font: www.creaf.uab.es/miramon/index_ca.htm Data de consulta: Abril de 2008

Figura 8: Presentació del Programa Miramón v.6.0f.

Bases de dades utilitzades

D'altra banda es necessària una font d'informació en forma de base de dades, ja que el programa SIG únicament és la eina que permet tractar la informació. Les bases de dades que s'han emprat són la base *extcata.mmz*, creada per la Generalitat de Catalunya i que es pot consultar i descarregar a la web del Departament de Medi Ambient i Habitatge (DMAH). D'altra banda s'ha utilitzat les ortofotoimatges disponibles a la web del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

La base de dades cartogràfica *extcata.mmz* conté un mapa digital de Catalunya que delimita totes les activitats extractives catalogades fins l'abril del 2007. Cada una de les explotacions es representada per un polígon digital que defineix el perímetre autoritzat o legal de l'explotació sobre el mapa. El perímetre legal correspon als límits permesos de l'activitat extractiva establerts per la Generalitat de Catalunya. Adjunt a cada polígon hi ha incorporada una base de dades amb informació relativa a la pròpia explotació. Com a informació destacada trobem l'àrea ocupada per l'explotació, el nom de l'explotació, el material explotat, l'empresa explotadora, el propietari de l'explotació, l'estat legal de l'explotació, etc. La delimitació de les superfícies de cada activitat extractiva s'ha realitzat a partir de dades georeferenciades aportades pels Programes de Restauració de cada activitat.

Per últim, les ortofotoimatges han resultat completament imprescindibles per a la realització del projecte. Les ortofotoimatges són produïdes a partir de fotografies aèries rectificades digitalment amb el model d'elevacions de la Base Altimètrica de Catalunya. La base d'ortofotoimatges de Catalunya està gestionada per l'ICC. La utilitat de les ortofotoimatges rau en que són una imatge real del moment en que es van obtenir, per tant permeten observar les àrees ocupades per les activitats extractives amb molt detall.

3.3.1.DIGITALITZACIÓ I CREACIÓ DE LA BASE DE DADES

La digitalització és un procediment informàtic a partir del qual s'obtindrà un mapa digital on hi quedaran representades totes les subzones de cada activitat extractiva present a la mostra. La finalitat de la digitalització va encaminada a obtenir la superfície real de cada una de les subzones. Amb aquesta informació, augmenta el grau de precisió alhora de determinar si s'està duent a terme restauració integrada en una activitat concreta. Per tant, l'obtenció d'aquestes superfícies esdevé essencial per dotar l'estudi amb dades precises.

Per poder dur a terme la digitalització s'ha procedit, en primer terme, a la identificació de cada una de les activitats extractives presents a la mostra mitjançant la base de dades *extcata.mmz* i el

programa Miramón. Una de les utilitats d'aquest programa permet identificar sobre el mapa digital qualsevol explotació present a *excata.mmz*. En concret s'ha de realitzar una *consulta per atributs* que permet seleccionar les activitats en funció de l'atribut desitjat com pot ser la situació actual, el material explotat o el nom de l'explotació. En el nostre cas només caldria cercar la explotació indicant el seu nom. Automàticament el programa cerca i indica on es troba l'explotació sobre el mapa. El mapa resultant presenta una taula de dades amb tota la informació relacionada amb la selecció feta.

The screenshot shows a software window titled "Consulta per atributs (on és ...)". It contains a search configuration interface. At the top, there's a dropdown for "Capa" set to "Activitats extractives (abril 2007)". Below it, a section for "Condicció 1/1" shows a search field with "Camp" set to "Nom de l'explotació (C) (C:\Documents and Settings\Lluís\Co ...)", an "Operator" set to "=", and a "Valor(s)" set to "BOLLOS". There are buttons for "Ins", "Supr", and "Nova". Below this, there's a section for "Operator lògic" with options "cap", "cap", "i", "o", and "Ins", and a "Prioritat" dropdown. At the bottom, there are buttons for "D'acord" and "Cancel·lar", and a checkbox labeled "Incloure valors NODATA a la consulta".

Font: Miramón v.6.0f.

Figura 9: Exemple de consulta i selecció de les activitats extractives en funció del nom de l'explotació.

Un cop identificada la explotació a tractar, s'ha procedit a dur a terme la digitalització de la informació cartogràfica obtinguda en el treball de camp. En termes generals la digitalització consisteix en marcar dos punts sobre un espai digital per traçar una línia. Unint un seguit de punts es formen polígons. En el nostre cas s'ha delimitat digitalment el perímetre de l'activitat extractiva i s'ha dividit aquest en subzones, obtenint també les àrees de les subzones. Per poder traçar la línia respectant la imatge real i actual de l'explotació s'ha utilitzat les ortofotoimatges el més actualitzades possibles corresponents a la zona on se situa l'explotació, i s'ha tingut en compte la informació que es va obtenir mitjançant el treball de camp.

Tot i això, cal destacar que el procediment de digitalització pot arrossegar petits errors en la delimitació de perímetres. En qualsevol cas, les delimitacions efectuades, presenten el màxim nivell de precisió que el software utilitzat permet aconseguir.



Font: Ortofotoimatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:3000. Terme municipal: Montagut i Oix.

Figura 10: Límit administratiu (en taronja) i zonificació de l'activitat extractiva (en verd) anomenada Bolós.

En la figura 10 es pot observar el fons que correspon a la ortofotoimatge, la línia taronja que correspon als límits administratius de l'explotació d'acord amb *extcata.mmz*, i la línia verda que correspon a la digitalització efectuada en aquest treball. Com s'explica al següent apartat, en base a la superfície obtinguda es poden treure conclusions sobre el primer objectiu del projecte.

Paral·lelament a aquest procediment s'ha creat una base de dades en format taula d'Excel amb la finalitat d'estructurar la informació obtinguda mitjançant els qüestionaris.

El següent pas ha consistit en associar cada una de les zones amb la informació corresponent del qüestionari. Amb aquest procediment s'ha creat un mapa digital de Catalunya que conté la representació real a escala de cada una de les subzones de les activitats extractives presents a la mostra. Vinculada a cada subzona de cada explotació hi ha la informació present a la base de dades que presenta les característiques recopilades al qüestionari.

Tan el mapa digital com la base de dades associada són eines essencials alhora d'estructurar, tractar i interpretar, de manera ràpida i senzilla, les dades obtingudes. A més, com a opció de cara a futurs estudis existeix la possibilitat d'ampliar la mostra tractada ja que es pot continuar digitalitzant el mapa i la ampliant la base de dades.

3.3.2.INTERPRETACIÓ DE DADES

La interpretació de les dades es desenvolupa al voltant de la informació continguda a la base que s'ha creat. Aquesta estructuració de les dades ha permès seleccionar i manipular la informació en funció dels paràmetres que ens han interessat. La funcionalitat inicial de la base de dades i, per tant del qüestionari, és poder respondre als objectius marcats inicialment.

Objectiu 1. Delimitació temporal de superfícies en diferents estats d'explotació/restauració

Per respondre el primer objectiu relatiu a si s'està duent a terme la restauració integrada a Catalunya s'ha establert una metodologia basada en l'estudi de la relació de superfícies dedicades a l'explotació i a la restauració en determinats períodes temporals.

En primer lloc s'ha dut a terme un anàlisi individualitzat per a cada un dels casos tractats. La tasca ha consistit en reconstruir una evolució temporal de l'avenç en les superfícies d'explotació i de restauració. Amb aquesta descripció ja s'ha pogut determinar, per a cada una de les explotacions, el grau d'aplicació del concepte de restauració integrada.

Per poder extreure conclusions a nivell general i tenint en compte la mostra de manera conjunta, s'ha creat un procediment global que es basa en un seguiment temporal de la superfície destinada a tasques d'explotació i restauració en els darrers anys.

En primer lloc s'han creat de manera arbitrària un seguit de períodes temporals equivalents ordenats cronològicament. S'ha delimitat un període previ que comprèn els anys anteriors a l'entrada en vigor de la Llei 12/1981, relativa a l'obligatorietat de restaurar les zones explotades en les activitats extractives. Aquest període finalitza l'any 1983, que es considera el d'entrada en vigor de la Llei 12/1981. Teòricament, a les zones explotades en aquest període no s'hauria d'haver realitzat obligatòriament tasques de restauració. Aquest període no té la mateixa durada que els posteriors, per tant no s'ha de considerar com a equivalent.

A partir d'aquest any, s'ha dividit el temps en cinc períodes consecutius i equivalents de cinc anys de durada, fins arribar a la actualitat. El segon període s'inicia l'any 1983 i finalitza l'any 1988. En teoria a partir d'aquesta data s'haurien d'haver començat a materialitzar les tasques de restauració. Es possible, per tant, que la superfície dedicada a explotació hagi estat substituïda en part per superfície en restauració. Cada un dels períodes, excepte el primer, no contemplen el primer any del període, però sí el darrer.

El següent pas ha consistit en classificar el conjunt de zones contemplades a la mostra en funció de l'estat a la que estaven dedicades, és a dir, ha consistit en classificar les superfícies en funció de si estaven en explotació, en restauració o en la resta d'estats possibles.

Per a cada període temporal s'han sumat les hectàrees de superfície nova dedicada a cada una dels estats citats. Es considera només la superfície nova destinada a cada ús, amb la intenció d'evitar comptabilitzar en dos o més períodes la mateixa superfície. Aquesta distinció resulta necessària ja que es tracta de determinar l'augment o disminució de la superfície destinada a cada supòsit, i no l'acumulació.

Amb aquest procediment s'obté per a cada període temporal la superfície total destinada a cada una dels estats esmentats. Comparant els diferents períodes temporals es pot determinar la variació, al llarg del temps, de la superfície dedicada a cada activitat; és a dir es pot calcular si ha augmentat o disminuït la superfície dedicada a l'explotació i restauració.

Objectiu 2. Dades per avaluar la qualitat ambiental de la restauració

D'altra banda, amb la finalitat de respondre al segon objectiu plantejat i mitjançant la interpretació de la informació de la base de dades creada, s'ha analitzat les característiques de cadascuna de les restauracions dutes a terme en les explotacions presents a la mostra. El conjunt de dades obtingudes mitjançant el qüestionari ens han permès determinar de manera clara, concisa i alhora detallada, la qualitat ambiental de les tasques de restauració per a cada àrea restaurada. En l'apartat de resultats i discussió s'ha creat un informe detallat de cada explotació tractada.

A nivell general s'ha dut a terme un informe del nivell de qualitat ambiental de les restauracions de tota la mostra estudiada.

4.RESULTATS

4.1. EL QÜESTIONARI. DISSENY D'UNA BASE DE DADES PER AL SEGUIMENT DE LA RESTAURACIÓ

El primer resultat d'aquest treball ha estat la creació d'una eina en forma de qüestionari que permet, d'una banda, constatar l'evolució temporal de les activitats extractives, és a dir, el ritme de la seva activitat, i de l'altra, dur a terme una avaluació de la qualitat de la restauració de cada zona diferenciada en funció dels principals paràmetres ambientals.

El procediment per omplir el qüestionari es fonamenta en tres grans blocs; el relatiu a la delimitació i zonificació de l'activitat extractiva sobre el mapa, el relatiu a la identificació i caracterització de cada zona en funció de la fase o etapa d'explotació/restauració en que es troba, i el corresponent a la informació sobre la qualitat ambiental.

En primer lloc, com a procediment previ, es realitza la **delimitació de l'activitat extractiva** sobre els corresponents mapes digitals i es confirma el grau de coincidència entre la delimitació del perímetre de l'activitat extractiva i la establerta a la base de dades *extcata.mmz*. En cas de discrepància es consulta al facultatiu responsable per establir-ne les possibles causes. D'altra banda es divideix l'àrea total de l'activitat extractiva en zones diferenciades (**zonificació**) en funció de la fase o etapa en que es troben.

A continuació es procedeix a omplir el qüestionari. L'estructura del qüestionari distribueix a la primera columna la llista de subzones tractades, per poder introduir a les següents columnes les dades que serveixen per caracteritzar-les. Per tant, la informació present a cada fila horitzontal correspon a una zona i les seves característiques.

En la segona part s'introdueixen les dades relatives a la **identificació i caracterització de les zones tractades**. També s'identifica l'activitat extractiva, la identificació de l'empresa explotadora i el facultatiu que respondrà part del mateix qüestionari. Aquesta part permet atorgar a cada subzona les seves característiques.

En primer lloc, s'atorga a cada fila una zona i se n'indica l'estat actual en funció de l'activitat que s'està duent a terme (veure taula 2), que pot ser: per explotar (PE), en explotació o pendent de restaurar (PR), explotada i pertanyent a l'anterior legislació (NR), en restauració o ja restaurada però que encara no ha entrat en període de garantia (ER), en període de garantia (PG), o amb restauració finalitzada (RX) que habitualment suposa que ja s'ha retornat la fiança. També es descriu el material que s'ha explotat, s'està explotant o està previst que s'exploti a cada zona; així podem considerar material calcari (C) o les graves i sorres (S) i els altres que en el futur es puguin afegir (veure taula 3).

Taula 2: Classificació de les zones en funció del seu estat actual.

Estat actual:	Codi d'identificació:
Per explotar	PE
En explotació o pendent de restaurar	PR
Explotada	NR
En restauració	ER
En període de garantia	PG
Restaurada	RX

Font: Elaboració pròpia

Taula 3: Classificació de les zones en funció del material extret.

Material extret:	Codi d'identificació:
Calcàries	C
Graves i sorres	S

Font: Elaboració pròpia

A continuació hi ha una descripció temporal de la fase o activitat que es du a terme actualment i de les activitats que es duen a terme anteriorment a cada zona. Amb aquest propòsit hi ha les corresponents caselles on s'indica les dates d'inici i finalització de cada etapa. Aquesta part ha resultat difícil de completar ja que en alguns casos la informació necessària no era clara o no resultava prou precisa.

La darrera part del qüestionari correspon a la **informació sobre la qualitat de la restauració**. Aquesta informació només s'ha obtingut de les zones on s'ha completat la restauració, és a dir zones en període de garantia (PG), zones on l'estat actual és restaurat (RX), zones ja restaurades però no en període de garantia (ER). El motiu d'aquesta preselecció es basa en el fet que aquestes són les zones on teòricament es pot haver realitzat un mínim procés de restauració, essencial per poder dur a terme el seu anàlisi.

En principi, l'avaluació de la restauració des del punt de vista ambiental s'ha de dur a terme a partir de l'observació d'una sèrie d'indicadors de la qualitat ambiental que ens donen informació sobre l'estat dels components de la zona restaurada i l'evolució previsible a llarg termini. En primer lloc es necessari descriure els elements que s'han emprat per dur a terme la restauració físicament. Així s'ha descrit la morfologia, l'ús de terra vegetal i/o esmenes, el tipus de substrat emprat, i les plantacions o sembres que s'han produït. D'altra banda s'ha descrit els indicadors que reflecteixen l'estat ecològic de la restauració. Aquests indicadors són els processos i riscos erosius, i la coberta i recobriment vegetals.

L'apartat sobre caracterització ecològica s'ha estructurat tenint en compte aquests factors i ordenant-los en funció del procediment temporal que es du a terme en una restauració real.

En primer lloc es descriu la tipologia de la restauració, és a dir el tipus de restauració que es du a terme en funció de les característiques geomorfològiques. La geomorfologia correspon a l'adequació morfològica o modelat final aplicat sobre el terreny. Així, es classifiquen les zones (veure taula 4) en funció de si configuren una morfologia rocosa (RO), desmunts amb més de trenta graus d'inclinació (D+), desmunts amb menys de trenta graus d'inclinació (D-), terraplens amb més de trenta graus d'inclinació (T+) o terraplens amb menys de trenta graus d'inclinació (T-), zones planes amb menys de cinc graus d'inclinació o de bancals amplis (PL), zones ondulades amb presència de desmunts (OD), zones ondulades amb presència de terraplens (OT), zones habilitades per a contenir aigua com per exemple basses (ZH) o altres morfologies alternatives i centrades en determinats usos com edificacions, aparcaments, etc (AL).

Taula 4: Classificació de les zones en funció de la morfologia predominant.

Morfologia (Tipus):	Codi d'identificació:
Desmunts amb més de trenta graus d'inclinació	D+
Desmunts amb menys de trenta graus d'inclinació	D-
Terraplens amb més de trenta graus d'inclinació	T+
Terraplens amb menys de trenta graus d'inclinació	T-
Rocosa	RO
Zones Planes o de bancals amples	PL
Zones ondulades amb presència de desmunts	OD
Zones ondulades amb presència de terraplens	OT
Zones humides	ZH
Altres	AL

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa al substrat o sòl restaurat, es descriuen de manera detallada l'origen i característiques principals dels materials utilitzats per a la creació de l'horitzó edàfic. D'aquesta manera es detalla la presència o absència de terra vegetal i el tipus de sòl, que pot ser sòl de decapatge (DE), sòl de rebuig d'extracció (RE), sòl de rebuig de trituració (RT), terres d'importació (TI), llots procedents de rentat d'àrids (LL)(veure taula 5). Com a incís es pot detallar l'ús de terra vegetal. En cas de disposar de la informació, es descriu la utilització d'esmenes i/o adobs incorporats al substrat

mineral com compost (CO), fangs EDAR (FA), fems (FE), fertilitzants minerals (FM) o altres (AL) en el cas que s'hagin aplicat altres tipus d'esmenes.

Taula 5: Classificació de les zones en funció de l'origen de sòl emprat en la restauració.

Tipus de sòl:	Codi d'identificació:
Sòl de decapatge	DE
Sòl de rebuig d'extracció	RE
Sòl de rebuig de trituració	RT
Terres d'importació	TI
Llots procedents de rentat d'àrids	LL

Font: Elaboració pròpia

Taula 6: Classificació de les zones en funció de la presència de esmenes i adobs usats.

Esmenes i adobs:	Codi d'identificació:
Compost	CO
Fangs EDAR	FA
Fems	FE
Fertilitzants	FM
Altres	AL

Font: Elaboració pròpia

El següent punt analitza l'estat de la superfície del sòl en funció de la presència de processos erosius i de riscos geològics destacables (veure taules 7 i 8). Respecte als riscos geològics es descriu la presència desprendiments de roques o pedres (DE), esllavissades (ES) i enfonsaments (EN). Respecte als processos erosius, es poden donar principalment en forma de xaragalls de més de cinc centímetres de fondària (XL), solcs de menys de cinc centímetres de fondària (XS), erosió laminar (EL) o acumulacions de sediments (AS).

Taula 7: Classificació de les zones en funció de la presència de processos erosius.

Processos erosius:	Codi d'identificació:
Xaragalls	XL
Solcs	XS
Erosió laminar	EL
Acumulacions de sediments	AS

Font: Elaboració pròpia

Taula 8: Classificació de les zones en funció de la presència de riscos geològics.

Riscos geològics:	Codi d'identificació:
Desprendiments	DE
Esllavissades	ES
Enfonsaments	EN

Font: Elaboració pròpia

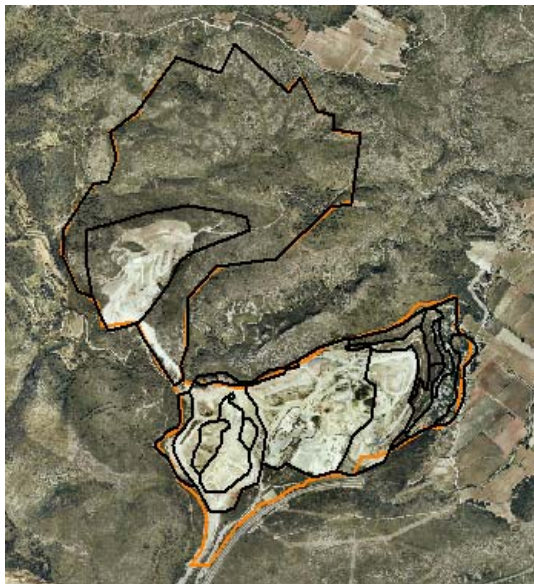
Per últim es descriu la coberta vegetal present a cada zona (veure taula 9). El recobriment vegetal és essencial ja que fixa el substrat i disminueix en gran par els processos erosius. S'anota si s'han realitzat sèmres o plantacions, les dates corresponents d'inici de la sembra o plantació, el grau de recobriment i la fisonomia de la coberta vegetal que pot ser arbrada (A+), arbustiva (A-), herbàcia (HE) o sense recobriment important (SN).

4.2. INFORME DELS CASOS ESTUDIATS

4.2.1. EXPLOTACIONS DE ROQUES CALCÀRIES

Vallcarca (84/0644)

La pedrera de Vallcarca és una de les més importants de Catalunya, propietat de l'empresa UNILAND, i està situada entre les poblacions de Sitges i el Garraf. Una particularitat d'aquesta explotació es que es troba als límits del Parc Natural del Garraf. De les 194.3 ha de superfície explotable que ocupa, s'obté principalment material calcari per a la fabricació de ciment.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:50000. Terme municipal: Sitges.
Figura 11: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Vallcarca.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:25000. Terme municipal: Sitges.
Figura 12: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Vallcarca, sector sud.

Evolució temporal de la explotació i restauració:

El inici de la explotació a gran escala d'aquesta pedrera data dels anys seixanta i es va donar al sector sud, el més accessible i proper al mar. Durant més de vint anys es va ampliar l'àrea explotada, cap al nord i est, fins cobrir absolutament la zona inicialment explotable a finals dels anys vuitanta. Tot i això l'activitat d'extracció a la part central (zones 13 i 14) d'aquest sector encara és rendible i per tant es continua explotant. Una vegada assolits els límits d'explotació d'aquest sector es va procedir a les tasques de restauració. La restauració, per tant, s'inicia a finals dels anys vuitanta i és du a terme a l'extrem més oriental (zones 5, 6, 7, 8, 9 i 15). Actualment, a més de continuar restaurant la part oriental, s'està procedint a restaurar l'àrea situada més al sud o d'inici d'activitat de la pedrera i que ocupa una superfície d'aproximadament deu hectàrees (zones 1, 2, 3 i 4). A més també s'estan restaurant els marges situats al nord i oest de l'explotació (zones 10 i 11). Actualment s'està duent a terme una segona fase d'explotació arran de l'ampliació de l'àrea explotable vers el NO. Aquest nou sector, d'unes dimensions similars a les del sector anterior, es va començar a explotar a l'any 2005.

L'aplicació del concepte de restauració integrada en aquesta pedrera es fàcilment identificable si ens fixem en la seva evolució. Com a precedent, fins i tot abans de l'entrada en vigor de la Llei 12/1981, ja es van realitzar feines de restauració. Des de l'entrada en vigor de la normativa hi ha hagut tasques de restauració contínues en el temps. Actualment, s'està restaurant a un

ritme similar a l'avenç en superfície de l'explotació al sector nord. Per tant el terreny nou que passa a ser explotat es similar al que es restaura.

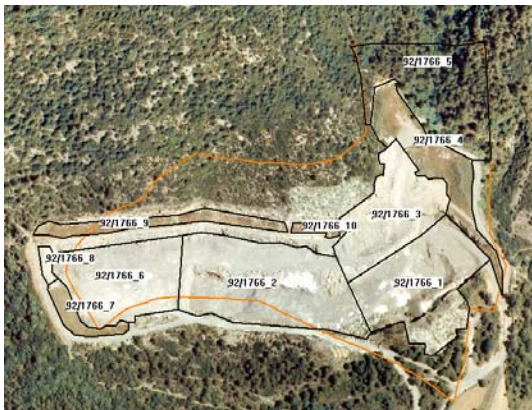
Característiques de la restauració:

Pel que fa a les característiques en termes ambientals de la restauració, la qualitat presenta variacions en funció de l'antiguitat de la restauració i dels mètodes emprats. S'ha de tenir en compte que les feines de restauració dutes a terme en aquesta pedrera són pioneres. La primera zona, que es va restaurar abans de l'entrada en vigor de la normativa (zona 15), presenta serioses deficiències. La resta de zones presenten també, en les parts més antigues, força mancances en quan a processos erosius i recobriment de la vegetació. Les parts noves però presenten característiques més favorables com la manca de processos erosius o riscos destacables, o la millor instauració de la vegetació. Aquesta situació es conseqüència d'aplicar una morfologia adequada al terreny, d'emprar terra vegetal i adobs per configurar el sòl, d'aplicar sèmences i plantacions i de dur a terme un manteniment posterior a la restauració. A més cal destacar la tasca d'experimentació en restauració duta a terme en determinades parcel·les (zona 9). Es pot dir que a mesura que s'ha anat restaurant al llarg del temps s'han perfeccionat les tècniques, millorant el resultat final.

Com a conclusió cal destacar l'aplicació dels principis de la restauració integrada en la gestió i l'esforç dut a terme per millorar les tasques de restauració.

Els Comuns (92/1766)

Es tracta d'una explotació situada al nord de la comarca de la Garrotxa, a la província de Girona. L'explotació està gestionada per l'empresa CYCOSA des de l'any 1993 i encara presenta zones en explotació i per explotar. En les 8 ha de superfície que compren s'ha explotat fonamentalment material calcari per a la obtenció d'àrids.



Font: Ortofotomtatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:7500.
Terme municipal: Tortellà.
Figura 13: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Els Comuns.



Font: Elaboració pròpia.
Figura 14: Fotografia de la zona 9.

Evolució temporal de la explotació i restauració:

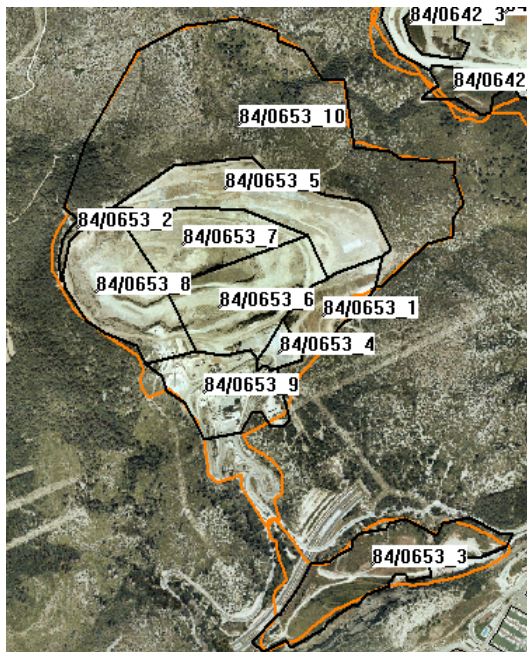
L'evolució de l'explotació segueix les següents pautes. Es comença a explotar a l'any 1993 a la zona 1 i s'expandeix cap al nord i oest. El front oest s'explota fins al límit del perímetre legal d'ocupació, on s'arriba l'any 2004 aproximadament. En aquest moment es comença a restaurar les zones perimetrals de la part occidental (zones 7, 8, 9 i 10). En el sector nord-est s'explota la zona 4 i es restaura immediatament. La planificació ha deixat les tasques de restauració en darrer terme, un cop ja s'ha explotat gran part de la superfície. A més s'ha volgut exprimir al màxim les possibilitats d'explotació, deixant talussos inestables per a la restauració. Per tant, el ritme d'explotació ha estat sempre molt major que el de restauració. Llevat de la zona 4, les altres zones restaurades ocupen una àrea mínima. L'evolució temporal indica que en primer lloc es va procedir a incrementar la superfície dedicada a l'explotació, i posteriorment s'ha incidit en la restauració.

Característiques de la restauració:

Pel que fa a les característiques ecològiques de la restauració, s'ha de dividir l'anàlisi en funció de les zones restaurades. La voluntat de restaurar és present ja que s'han realitzat plantacions i sèmbers però en conjunt hi ha un seguit de deficiències que cal tenir en compte. Les zones 9 i 10 presenten riscos geològics de despreniment i una coberta vegetal diversa però en general insuficient i degradada. A la zona 8 manquen les plantacions i les sèmbers, fet que contribueix a la presència de processos erosius i a la presència d'una coberta vegetal formada únicament per plantes herbàcies. Les altres dues zones restaurades, les zones 4 i 7, presenten en general condicions acceptables. Com a conclusió cal destacar un nivell de qualitat ambiental de les restauracions en alguns casos millorable i una planificació deficient.

La Falconera (84/0653)

La Falconera és una de les pedreres històriques i més importants de Catalunya. Esta situada a la costa del municipi de Sitges, a l'est de la pedrera de Vallcarca. Es tracta d'una activitat amb una superfície explotable de 79,6 hectàrees, gestionada per PROMOTORA MEDITERRANEA S.A. i que es dedica principalment a l'explotació de roca calcària per a la fabricació d'àrids per trituració.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:25000.
Terme municipal: Sitges.
Figura 15: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva La Falconera.



Font: Elaboració pròpia.
Figura 16: Fotografia de la zona 1.

Evolució temporal de la explotació i restauració:

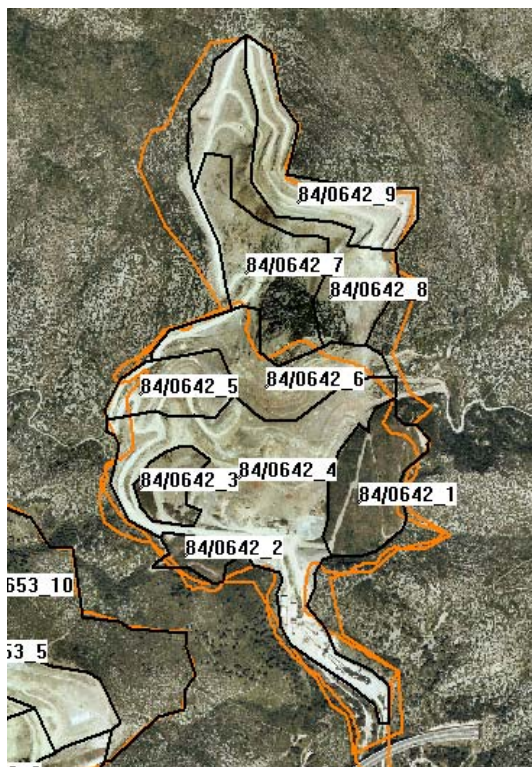
L'inici de l'explotació data de començaments del segle XX i es dona al sector sud, més proper al mar. S'explota fins al 1970 i es restaura a partir del 1988. Del 2003 fins al 2007 aquesta zona va estar en període de garantia. A partir del 1970 es comença a explotar el gruix de l'explotació, que es troba situat al sector nord. Aquest segon període d'explotació es realitza amb un sol front i encara presenta àrees per explotar. Pel que fa als treballs de restauració s'han donat de manera significativa només en les zones 1, 2 i 3. La quantitat de superfície restaurada és important, però comparada amb la superfície destinada a l'explotació resulta encara molt petita. Després de l'expansió inicial de l'explotació d'aquest sector N, s'estan realitzant tasques de restauració destacables i continuades, especialment els darrers anys.

Característiques de la restauració:

Pel que fa a les característiques de les restauracions efectuades, en les tres zones estudiades s'hi han dut a terme restauracions amb terra vegetal, esmenes, plantacions, sèmres i no s'observa pràcticament cap procés erosiu destacable. D'altra banda, excepte el front més antic proper al mar, s'han configurat els relleus en forma de talussos amb pendent força suau. Aquesta bon disseny es reflecteix en un estat força bo de les tres subzones restaurades, que presenten un recobriment vegetal dens si bé amb elevada presència d'estrat herbaci. La zona 3 és un exemple de restauració en condicions òptimes.

Las Cuevas (84/0642)

Las Cuevas és la tercera pedrera de calcaries del municipi de Sitges que s'ha estudiat. Està situada a l'est de La Falconera i ocupa més de 80 hectàrees de superfície. L'empresa propietària, LAFARGE CEMENTOS S.A. extreu material calcari.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:25000.
Terme municipal: Sitges.
Figura 17: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Las Cuevas.

Evolució temporal de la explotació i restauració:

L'evolució de l'explotació s'inicia a la zona sud i s'expandeix cap al nord. Al llarg dels anys vuitanta s'explota a un ritme elevat i es demana una ampliació cap al nord que queda autoritzada l'any 1992. A partir de 1995, alhora que l'explotació s'expandeix, s'inicien les tasques de restauració. La restauració es distribueix en les zones 1, 2 i 3, situades a l'indret on s'inicià l'explotació, i finalitza a l'any 2000. Respecte al sector corresponent a l'ampliació esmentada, l'any 2004 s'arriba als límits del perímetre autoritzat i es procedeix a restaurar el marge nord (zona 9). Actualment s'està explotant la part central de la pedrera i resta per explotar la zona 7.

El ritme d'explotació ha estat sempre més elevat que el de restauració. Tot i això s'han dut a terme restauracions importants a la part sud un cop finalitzada l'explotació, i actualment el ritme de restauració és elevat a l'extrem nord.

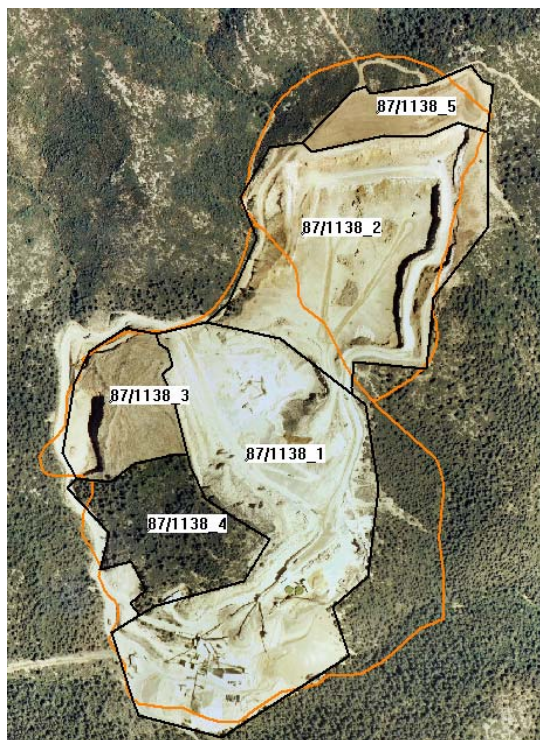
Característiques de la restauració:

Respecte a les característiques de les restauracions dutes a terme, cal diferenciar les zones i procediments emprats. A la part SO es van restaurar els talussos a base de rebliments d'estèrils i de terres importades que presenten un recobriment molt elevat però amb vegetació poc apropiada a l'entorn. En zones de topografia més suau s'han creat terraplens estables on s'ha plantat i sembrat vegetació autòctona. L'estat actual presenta coberta herbàcia força

abundant, si bé l'arbustiva i arbòria és encara testimonial o poc desenvolupada. Tot i això, en aquesta part no hi ha riscos ni processos erosius importants ja que el recobriment vegetal es força elevat. A la part N i més elevada, s'han dissenyat un sistema de talussos d'uns 15m amb berms de 3m, de pendent 1:1 que resulten inestables i de difícil restauració. L'elevat pendent fa que la capa de sòl estesa sobre els talussos sigui inestable i llisqui amb les pluges fortes. Malgrat la inversió feta en adobs i hidrosembres, els resultats de la restauració en aquesta zona són més aviat minsos.

Cal Tita (87/1138)

L'explotació anomenada Cal Tita es troba al municipi de Cervelló, a l'oest de la comarca del Baix Llobregat. L'empresa propietària extreu roques calcàries en les 42 hectàrees de superfície que ocupa l'explotació.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:13500. Terme municipal: Cervelló.

Figura 18: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Cal Tita

Evolució temporal de la explotació i restauració:

L'explotació s'inicià als anys seixanta a la part sud de l'explotació, on se situa l'entrada i les infraestructures principals. A partir dels anys noranta l'activitat creix substancialment i es modernitza; al 1992 es du a terme una ampliació de dotze hectàrees creant una nova àrea explotable a l'extrem nord (zones 2 i 5). A l'any 2002, un cop es va haver arribat al límit nord del perímetre explotable, s'iniciaren les feines de restauració (zona 5), que encara s'estan duent a terme. Actualment, s'està explotant les zones 1 i 2, i resten per explotar les zones 3 i 4. Les tasques de restauració han quedat relegades a un segon pla.

Característiques de la restauració:

La zona 5 és l'única zona que s'ha analitzat. Aquesta àrea està situada a la part topogràficament més elevada i el fet d'haver explotat a la màxima profunditat (mínima cota permesa) ha fet que s'hagin hagut de construir uns talussos amb pendents molt elevats. Per configurar el substrat s'han emprat terres de rebuig de l'extracció i de llots procedents del rentat d'àrids a la mateixa pedrera. També s'han dut a terme hidrosembres i plantacions de pins. L'estat actual dels talussos mostra intensos processos d'erosió, on es poden observar xaragalls, solcs, erosió laminar i acumulació de sediments. L'erosió pot ser deguda a l'elevat grau d'inclinació dels talussos. Pel que fa a la vegetació, bàsicament hi ha plantes herbàcies que recobreixen un 50% de la superfície. La presència de pins és testimonial ja que han

sobreviscut pocs individus. En general les feines de restauració dutes a terme presenten series deficiències agreujades pels processos erosius.

D'altra banda cal destacar la correcta planificació alhora de dur a terme l'explotació per zones. Per reduir el impacte ambiental s'ha deixat en darrer terme l'explotació de la zona 4, anomenada col·loquialment com "La Tortuga", ja que configura una barrera visual ideal de cara a disminuir el impacte paisatgístic.

4.2.2. EXPLOTACIONS DE GRAVES I SORRES

Bolós (92/1745)

Es tracta d'una activitat extractiva dedicada a l'explotació de graves situada al nord de la comarca de la Garrotxa, a la província de Girona. L'explotació està gestionada per l'empresa CYCOSA des de l'any 1992 i l'estat actual de tota la seva superfície és que es troba restaurada i en període de garantia. Es tracta d'una explotació que compren 2,2 hectàrees de superfície explotable.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:5000.
Terme municipal: Montagut i Oix.
Figura 19: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Bolós.



Font: Elaboració pròpia.
Figura 20: Fotografia de les zones en restauració.

Evolució temporal:

L'evolució de la superfície explotada indica que es va explotar en dos períodes corresponents a les dues zones. Un cop explotada la primera zona es va procedir a restaurar-la i a iniciar l'explotació de la segona zona. Quan aquesta va ser explotada es va procedir a la restauració. Aquesta evolució indica que s'ha dut a terme la restauració integrada ja que a mesura que la superfície quedava explotada s'anava restaurant. Actualment les dues zones ja restaurades estan en període de garantia. El fet que sigui una explotació relativament recent, de mida petita i gestionada per una empresa amb experiència respon a la bona gestió des d'aquest punt de vista.

Característiques de la restauració:

Pel que fa a la qualitat ambiental de la restauració, s'ha de dividir l'anàlisi en les dues zones restaurades. La zona 1 va ser restaurada a l'any 1993 i tot i que es va plantar i sembrar, la coberta actual resulta deficient amb un nivell de recobriment pobre, i amb presència de processos d'erosió en forma de xaragalls. Pel que fa a la zona 2, la restauració, que és amb la finalitat d'ús agrícola, es va fer l'any 2007 utilitzant terres adobades amb fangs EDAR. En termes generals la restauració ha resultat deficient en termes ecològics en la zona 1 i sembla correcta a la zona 2.

Ca l'Hornós (94/2195)

Es tracta d'una explotació situada a la comarca de la Garrotxa, a la província de Girona. L'explotació està gestionada per l'empresa ÀRIDS CA L'HORNÓS S.C. des de l'any 1997 i encara presenta zones en explotació, per explotar i pràcticament restaurades. En les 8,1 hectàrees que comprèn s'exploten graves.



Font: Ortofotomatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:10000.
Terme municipal: Argelaguer.
Figura 21: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva Ca l'Hornós.



Font: Elaboració pròpia.
Figura 22: Fotografia de la zona 1.

Evolució temporal:

Pel que fa a la aplicació del concepte de restauració integrada, es pot dir que s'està realitzant adequadament, ja que actualment la zona 1 s'ha anat restaurant a mesura que es finalitzava la seva explotació. Queden en explotació i per explotar la resta de zones.

Característiques de la restauració:

Respecte a la qualitat ambiental de la restauració, el fet que el destí sigui de tipus agrícola en facilita la restauració i en principi no es detecten carències. Com a fet a destacar es van utilitzar fangs de depuradora com a esmena pel sòl en restauració.

José XXVI (94/2159)

Aquesta explotació representa un cas singular ja que la restauració, que s'està duent a terme, pretén crear un espai natural en forma d'aiguamolls que també és conegut o anomenat "Les Llobateres". L'espai que ocupa l'explotació es troba situat a la plana al·luvial del curs mig del riu Tordera, a Sant Celoni (Vallès Oriental). L'activitat ocupa 8,3 hectàrees, explota graves i està gestionada per l'empresa SEFEL, S.A.



Font: Ortofotomtatge (ICC, 2004), Extcata (2007) i elaboració pròpia. Escala 1:7000.
Terme municipal: Sant Celoni.
Figura 23: Límit administratiu i zonificació de l'activitat extractiva José XXVI.



Font: Elaboració pròpia.
Figura 24: Fotografia de l'activitat extractiva.

Evolució temporal:

L'evolució en el procediment d'explotació data del 1998, any en que l'empresa explotadora inicia l'extracció a les zones 1 i 2. En el transcurs de l'extracció s'arriba al nivell freàtic. Davant d'aquesta situació l'empresa va optar, junt amb l'Administració pública, per dur a terme un projecte de restauració creant una zona humida. D'aquesta manera la gestió de la restauració s'atorga a una empresa especialitzada en medi ambient. Un cop explotada l'àrea inicial, es procedeix a l'explotació de les zones 4 i 5, alhora que es restaura l'àrea ja explotada. Tot seguit s'explota la part central i, un cop explotades, les zones 4 i 5 es restauren. Per últim, un cop finalitzada l'explotació del conjunt es restaura el marge sud (zona 6). Actualment s'està restaurant el marge nord (zona 7).

El sistema d'explotació i restauració per fases o sectors que s'ha emprat permet que la restauració s'executi al mateix temps que es du a terme l'explotació. D'aquesta manera, un cop finalitzades les tasques d'explotació, la restauració es troba en la fase final de consolidació. S'ha utilitzat de manera exemplar el concepte de restauració integrada en la restauració.

Característiques de la restauració:

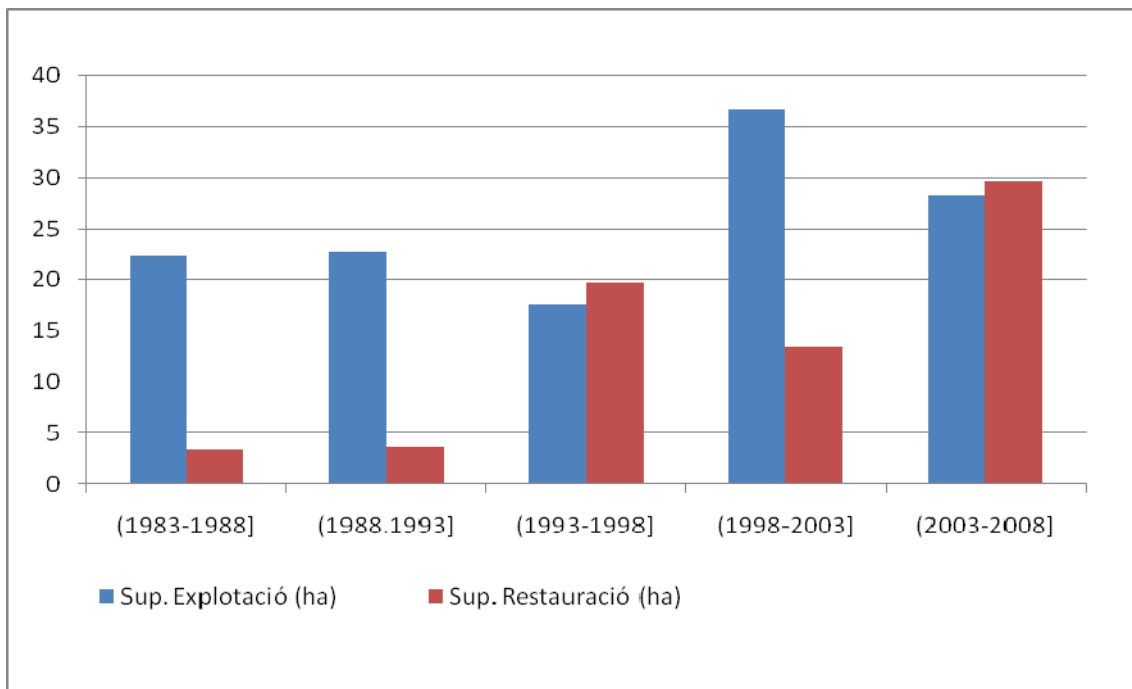
En termes generals les tasques de restauració s'han dut a terme de manera modèlica. En primer lloc cal destacar l'aprofitament del sòl de rebuig de l'extracció, de llocs procedents de rentats d'àrids i de terra vegetal per configurar el substrat. La morfologia s'ha dut a terme en forma de tal·losos de baixa inclinació, el que contribueix a la seva estabilitat. Pel que fa a la vegetació s'han sembrat espècies herbàcies autòctones i s'han plantat arbres i arbustos, també autòctons. El recobriment en les parts ja finalitzades és complet, amb gran presència d'estrat herbaci i arbori. Finalment cal destacar l'absència de processos erosius o riscos geològics, llevat

del risc de contaminació de l'aquífer cas d'abocaments directes a la zona humida. Com a conclusió es pot qualificar la restauració com molt bona.

4.3. RESULTATS GENERALS

4.3.1. EVOLUCIÓ TEMPORAL DE SUPERFÍCIES D'EXPLOTACIÓ I RESTAURACIÓ

En aquest apartat es presenta l'evolució temporal de les superfícies en explotació i en restauració d'acord amb els intervals de temps abans definits. El conjunt d'activitats extractives estudiades dins de la mostra és de 8 explotacions, de les quals 5 extreuen material calcari i 3 extreuen graves i sorres.



Font: Elaboració pròpia.

Figura 25: Superfícies en fase d'explotació o restauració en una mostra reduïda d'activitats extractives de Catalunya. No s'ha representat el període previ al desplegament de la Llei 12/1981. No s'inclouen com a superfície explotada les zones 1, 2, 3 i 4 de Las Cuevas degut a falta de dades. Les 30,2 ha de superfície que ocupen corresponen al primer o segon períodes. Tampoc s'inclou la zona 9 de La Falconera per falta de dades.

Primer període. [1900-1983]:

A la mostra d'activitats extractives estudiades hi havia unes 93 ha en fase d'explotació abans de 1983 i no s'ha documentat que s'haguessin realitzat treballs de restauració en aquest període. Les innovacions en les tècniques d'extracció en els anys 70-80 van permetre el naixement i l'expansió de pedreres com la de Vallcarca, La Falconera, Las Cuevas i Cal Tita. D'altra banda, no existia cap normativa referent a l'obligatorietat de restaurar, i això queda reflectit en que no s'hagin documentat les tasques de restauració.

Segon període. (1983-1988]:

La superfície destinada a explotació ha estat estimada en 22,4 ha i la destinada a de restauració en 3,4 ha (veure Figura 26).

Aquest període és el primer en que s'ha documentat superfície destinada a la restauració, en concret 3,4 ha, si be la superfície destinada a l'explotació és molt major a la destinada a restauració. Aquestes primeres feines de restauració es van donar a la pedrera de Vallcarca, que pot ser considerada com una de les primeres pedreres de Catalunya on es van iniciar els treballs de restauració. El fet que la proporció de superfície en restauració sigui relativament

petita és comprensible, atès que cal estimar un temps prudencial d'adaptació a la nova normativa alhora d'iniciar les tasques de restauració.

Tercer període. (1988-1993]:

La superfície en fase d'explotació és de 22,8 hectàrees i a destinada a procediments de restauració és de 3,7 ha (veure Figura 26).

En aquest període les dades obtingudes són similars a les del període anterior. En aquest cas la superfície destinada a la restauració correspon a l'ampliació de les zones restaurades a la pedrera de Vallcarca i a la zona 1 de Bolós. De les sis explotacions estudiades a la mostra en aquest període, només Vallcarca i Bolós van dur a terme tasques de restauració, la resta es van dedicar a l'explotació.

Quart període. (1993-1998]:

La superfície afectada per processos d'explotació és de 17,6 hectàrees i la que es troba en fase de restauració és de 19,7 hectàrees (veure Figura 26).

Transcorreguts deu anys des de l'entrada en vigor de la Llei 12/1981, la superfície dedicada a la restauració augmenta molt significativament, superant fins i tot la superfície explotada, que decreix lleugerament. En aquest període s'inicien les explotacions de Els Comuns i Ca l'Hornós.

En aquest període es produeix una desacceleració sobtada de la producció de ciment i un lleuger decreixement de la superfície nova destinada a l'explotació a les pedreres de la mostra. Aquesta situació, junt amb l'esforç restaurador de Vallcarca i Las Cuevas, contribueixen a equilibrar la superfície explotada amb la restaurada, obtenint uns resultats atípics fins al moment.

Cinquè període. (1998-2003]:

La superfície destinada a explotació va ser de 36,7 hectàrees i la destinada a treballs de restauració de 13,5 ha (veure Figura 26).

En aquest període les hectàrees en explotació augmenten, mentre que les dedicades a la restauració disminueixen. S'inicia l'explotació de Les Llobateres, alhora que Cal Tita, Las Cuevas i Els Comuns amplien considerablement les superfícies d'explotació. Aquesta situació va lligada a un fort augment de la producció de ciment, que podria ser causat pel "boom immobiliari" que es va iniciar en aquesta època. D'altra banda, en aquest període les pedreres de Cal Tita, La Falconera i Les Llobateres inicien les primeres tasques de restauració. Tot i això, el ritme restaurador disminueix i queda eclipsat pel fort increment de les àrees en explotació.

Sisè període (2003-2008]:

La superfície en fase d'explotació és de 28,3 hectàrees i la superfície en procés de restauració de 29,6 hectàrees (veure Figura 26).

En el darrer període considerat la superfície en explotació manté un valor elevat si prenem com a referència els períodes anteriors. S'exploten noves superfícies Vallcarca, Cal Tita, La Falconera i Ca l'Hornós. S'observa però un petit decreixement respecte al període anterior. Aquesta situació pot ser deguda a l'estancament en la producció de ciment que s'ha produït després del fort increment viscut en l'anterior període. Respecte a la superfície destinada a restauració, augmenta substancialment fins al punt de sobrepassar de nou la superfície explotada. De fet, en aquest període totes les explotacions, llevat de Cal Tita i Bolós, duen a terme tasques de restauració en noves superfícies.

4.3.2. CARACTERÍSTIQUES DE LES RESTAURACIONS

El conjunt d'activitats extractives estudiades dins de la mostra és de 8 explotacions, de les quals 5 extreuen material calcari i 3 extreuen graves i sorres. Es tracta d'una mostra petita, però suficient per poder esbrinar les limitacions de la metodologia assajada. Dins d'aquestes pedreres, s'han analitzat les 27 zones ja restaurades que ocupen un total de 52,2 ha. No s'han tingut en compte les zones que es troben encara en procés de restauració ja que, en la majoria dels casos, no ofereixen un estat de desenvolupament suficient per determinar-ne les característiques.

Característiques de la restauració en funció del material extret

Els dos tipus d'activitats extractives estudiats presenten unes tècniques i una evolució de l'explotació diferents. L'extracció de roca calcària, material dur, compacte i resistent, permet excavar en profunditat sense perdre estabilitat. Això garanteix mantenir la productivitat sense tenir que avançar en superfície. En canvi, les graveres i sorreres no permeten l'excavació a molta profunditat, havent de potenciar l'avenç en superfície. El impacte creat en aquest cas, però, és fàcilment reversible i recuperable en un curt període de temps. En canvi, en explotacions de calcàries, l'impacte és més directe, permanent i irreversible; com a conseqüència requereix més esforç i recursos per tractar-lo.

Les tècniques de restauració queden condicionades per les característiques del material explotat. Les explotacions de roques calcàries mostren lentitud i certa dificultat en la restauració, ja que s'han de mobilitzar més recursos. En canvi les graveres i sorreres solen ser explotacions de petites dimensions que faciliten la creació geomorfològica i la implantació de la vegetació. Són més dinàmiques, i el procés restaurador més ràpid i eficient.

Anàlisi temporal

En primer lloc s'ha dut a terme una anàlisi de les característiques de les zones restaurades en funció dels períodes establerts. Cal destacar que els resultats obtinguts resulten fortament influenciats per les característiques de les pedreres que han presentat restauracions en cada període. El primer període no presenta cap zona restaurada, per tant no s'ha tingut en compte. Cal esmentar però, un primer intent de restauració, dut a terme a Vallcarca, amb resultats dolents.

El segon període (1983-1988) compta amb tan sols 3,4 ha restaurades a Vallcarca. Des del primer moment Vallcarca ha emprat mètodes favorables per a la restauració; en són exemples l'ús de terra vegetal per configurar el sòl, el fet d'efectuar sèmbras i plantacions, i el fet de dur a terme tasques de manteniment. Aquestes restauracions inicials han acabat donant, 25 anys després, una petita plantació de pins, amb presència d'estrat herbaci i amb recobriment vegetal del 90%. Les condicions actuals són satisfactòries, ja que no s'observen processos ni risc erosius importants. En aquest període es donen les primeres tasques de restauració que, tot i ser pioneres, acaben donant bons resultats.

En el tercer període (1988-1993) es van continuar realitzant restauracions a Vallcarca que actualment presenten problemes relacionats amb els processos erosius. En aquestes zones el recobriment vegetal és menor a d'altres zones més antigues però trobem estrat herbaci, arbori i arbustiu. D'altra banda, en aquest període la pedrera Bolós va iniciar la restauració en una zona de 0,3 hectàrees. Aquesta zona restaurada presenta actualment processos erosius en forma de xaragalls i un recobriment vegetal del 40%, configurat fonamentalment per un estrat herbaci i, esporàdicament, per l'estrat arbori.

El quart període (1993-1998) inclou dues pedreres que van dur a terme tasques de restauració per primer cop. En primer lloc, a Vallcarca es van realitzar proves experimentals amb la finalitat de millorar la qualitat de les seves restauracions. La Falconera va dur a terme la seva primera restauració en una zona de 7,6 hectàrees que actualment presenta condicions bastant bones. Per últim, Las Cuevas va dur a terme restauracions a tres zones diferents sumant, més de deu hectàrees. En aquest cas els resultats obtinguts són millorables tot i que presenten un alt recobriment vegetal, que bàsicament està configurat per estrat herbaci i, en menor grau, arbori i

arbustiu. Cal destacar indicis de riscos geològics en forma d'esllavisades. Aquesta situació pot haver estat deguda a l'elevada inclinació dels terraplens i per la no utilització de terra vegetal o esmenes en la configuració del sòl.

En el cinquè període (1998-2003) s'han restaurat zones a quatre pedreres. Vallcarca restaura una zona obtenint uns resultats discrets, ja que presenta processos erosius en forma de xaragalls i un recobriment del 65%. La Falconera restaura una zona de dimensions similars, però obtenint uns resultats lleugerament millors. Cal Tita inicia la seva única restauració fins al moment, obtenint resultats dolents. La zona presenta forts processos erosius i un recobriment vegetal herbaci del 50%. Per últim, en aquest període es van realitzar les tasques de restauració a Les Llobateres. En aquest cas la restauració és completament satisfactòria en tots els aspectes considerats.

El sisè període (2003-2008) inclou cinc pedreres que restauren. En primer lloc, La Falconera va dur a terme la restauració d'una zona de 0,4 hectàrees amb la col·laboració de CREAF. Els resultats obtinguts són bons, ja que hi ha tots els estrats amb un recobriment del 75%, i no s'observen processos erosius importants. Bolós i Ca l'Hornós presenten dues zones restaurades de tipus agrícola. En els dos casos es fa complicat extreure conclusions rellevants ja que aquest tipus de zones no manifesta prou indicadors de la restauració per fer-ne una anàlisi detallada. Per últim, la Pedrera de Els Comuns va restaurar un total de 1'1 ha dividides en cinc zones. Els resultats en període són diversos. Trobem zones ben restaurades i d'altres que presenten riscos i processos erosius importants. En general es pot dir que la mala planificació de la restauració ha acabat donant resultats negatius.

Anàlisi dels indicadors d'estat de la restauració

- **Geomorfologia.** En la majoria dels casos s'han detectat terraplens amb més de trenta graus d'inclinació (T+). Es tracta de la morfologia més utilitzada, en detriment d'altres formes amb menor grau d'inclinació que donen millors resultats, disminuint l'erosió i facilitant l'arrelament de la vegetació. També s'han detectat en menor grau, zones planes (PL), desmunts de més de trenta graus d'inclinació (D+), terraplens de menys de trenta graus d'inclinació (T-) i zones humides (ZH).
- **Sòl (Terra vegetal).** Ha estat utilitzada per configurar el sòl en tres pedreres de les vuit estudiades. Baixa implantació d'una mesura eficaç per obtenir una bona restauració.
- **Tipus de substrat.** Majoritàriament s'utilitzen terres d'importació (TI) o sòl de rebuig d'extracció (RE) barrejats amb llots procedents de rentat d'àrids (LL).
- **Esmenes.** Cinc de les pedreres han aplicat esmenes en forma de fangs EDAR (FA) o fertilitzants (FM), en alguna de les seves zones.
- **Sembres i plantacions.** Es tracta de tècniques extensament difoses a totes les pedreres estudiades.
- **Processos erosius.** Aquesta problemàtica va lligada a la geomorfologia que s'ha projectat i a les característiques del substrat. La geomorfologia projectada presenta en molts casos talussos excessivament inclinats, que incrementen les taxes d'erosió. L'afany d'explotar el màxim de superfície a la màxima profunditat ha provocat l'aparició d'aquests talussos. Aquesta problemàtica s'ha observat, de forma significativa i en totes les seves modalitats, a cinc activitats extractives, quatre de les quals de calcàries.
- **Riscos geològics.** Només s'han detectat risc significatiu de despreniment (DE) i esllavissades (ES) a Els Comuns.
- **Coberta vegetal.** L'estrat més present és l'herbaci ja que és de més fàcil implantació. Seguidament hi ha l'arbori, tot i que normalment es troba en fases de desenvolupament inicial a les zones estudiades, i la taxa de supervivència és baixa. Per últim, cal considerar l'estrat arbustiu, que és el menys implantat malgrat la seva importància en els ecosistemes mediterranis. Normalment, les empreses centren els seus esforços en

obtenir un estrat arbori important, deixant de banda l'estrat arbustiu, fet que s'hauria de corregir.

- **Recobriment vegetal.** La mitjana obtinguda a tota la mostra sobrepassa el 80% de recobriment superficial, que es pot considerar de suficient. Tot i això s'han observat més de cinc zones amb recobriments força baixos.

El darrer indicador present al qüestionari és l'**apreciació paisatgística**. El resultats més freqüents són de mitjana o baixa integració paisatgística. S'obtenen resultats positius en casos puntuals.

5. DISCUSSIÓ GENERAL

Restauració integrada

La implantació del concepte de restauració integrada al llarg del temps es va fer patent a partir del quart període, entre el 1993 i el 1998; és a dir deu anys després de l'entrada en vigor de la Llei 12/1981, que obliga a restaurar. En els anys anteriors no es van donar tasques de restauració destacables excepte a la pedrera de Vallcarca, mentre que el ritme explotador es mantenia constant. A partir del quart període hi ha un increment important de la superfície nova dedicada a la restauració, equilibrant-se amb la superfície nova dedicada a l'explotació. Podem dir que es complia l'objectiu de la restauració integrada.

Entre el 1998 i el 2003 el fenomen del "Boom immobiliari" provocà un increment de la demanda de ciment i d'àrids en general. Com a conseqüència es va produir un augment important del ritme d'extracció i, per tant, de la superfície nova d'explotació, que no arribaven a compensar els esforços restauradors. Actualment, un cop esgotada la bombolla immobiliària, la situació sembla que s'ha tornat a normalitzar. La situació actual, corresponent al període entre 2003 i 2008, indica un increment de les tasques de restauració, que se situen a un ritme similar al d'explotació.

Per trobar les causes de la lentitud en la implantació del concepte de restauració integrada en l'activitat normal de les pedreres, cal tenir en compte diversos factors. En primer lloc s'ha detectat una certa manca de planificació de la restauració en les explotacions de material calcari. En comptes d'aplicar el concepte de restauració integrada en la planificació de l'activitat, els resultats indiquen que es van iniciar les restauracions un cop s'havia explotat tot perímetre autoritzat de l'activitat. Així les restauracions queden relegades als marges de les explotacions i s'inicien un cop ja s'ha explotat tota la superfície perimetral. En alguns casos s'han detectat zones restaurades a les parts més antigues de les explotacions. La planificació de les restauracions en pedreres de material calcari presenta certes particularitats, que no representen cap inconvenient insalvable alhora de dur a terme la restauració integrada. Les pedreres de graves i sorres estudiades no han presentat problemes de planificació importants, de fet totes les presents a la mostra compleixen el principi de la restauració integrada.

D'altra banda destaquen les dificultats que han presentat algunes explotacions alhora de dur a terme les restauracions per primer cop. Per tant es possible que existeixi un període d'adaptació en totes aquelles empreses que duen a terme per primer cop tasques de restauració. Això fa pensar que les empreses explotadores que s'han estat dedicant a explotar i no restaurar, poden patir una manca d'experiència en aquest àmbit. D'aquí provenen les dificultats alhora de planificar i dur a terme una restauració amb garanties, i d'obtenir resultats satisfactoris. Com a contrapartida hi ha el cas de Les Llobateres que presenta, en la seva primera restauració, uns bons resultats. De fet la gestió de Les Llobateres ha apostat per la restauració en la mateixa mesura que ha apostat per l'explotació. Aquest cas indica la necessitat de donar més pes específic a la restauració davant de l'explotació.

La pauta d'actuació més estesa prioritza les tasques d'explotació, ja que influencien directament la productivitat de la pedrera. En aquest marc, les tasques de restauració que són obligatòries per llei, passen a un segon pla. En tots els casos les restauracions són presents, però majoritàriament la seva gestió no és idònia. D'altra banda cal tenir en compte les característiques ecològiques de les restauracions.

Característiques de les restauracions

La discussió relativa a l'estat actual de les zones restaurades se centra en l'anàlisi dels procediments de preparació de la restauració, que deriven de la planificació, i dels indicadors d'erosió i d'implantació de la vegetació.

La planificació es dissenya en funció dels interessos econòmics i no de la restauració. El fet d'intentar treure el màxim rendiment ha dut a extreure el màxim de material possible, tant en superfície com en profunditat. Aquesta planificació ha provocat l'ús generalitzat dels models geomorfològics que conjuguen la reducció de superfície augmentant la inclinació dels vessants.

En són exemple els freqüents terraplens amb més de trenta graus d'inclinació (T+) que trobem a la mostra. L'elevat grau d'inclinació provoca el increment dels processos erosius. Aquesta problemàtica s'ha observat, de forma significativa i en totes les seves modalitats, a cinc excavacions, quatre de les quals de calcàries. El cas de Cal Tita és força il·lustratiu ja que presenta terraplens amb pendents elevats i uns fenòmens erosius molt importants. Els riscos geològics que només s'han observat a Els Comuns, deriven d'una mala planificació i de l'afany de extreure el màxim possible.

Pel que fa als materials utilitzats per estructurar el substrat, és molt positiu l'ús del sòl de rebuig d'extracció (RE) en varies pedreres, ja que és un principi fonamental del concepte de restauració integrada. Tot i això es continuen utilitzant materials d'importació per configurar el substrat. Cal destacar que cinc de les pedreres han aplicat esmenes en forma de fangs EDAR (FA) o fertilitzants (FM) per millorar la qualitat de la terra vegetal, que és una mesura eficient per obtenir resultats positius. És important incidir en l'aplicació dels mètodes adients per a cada zona restaurada, ja que condicionen el resultat final de la restauració.

Per últim cal destacar la utilització generalitzada de sèmres i plantacions a totes les pedreres. Tot i això, factors com l'erosió o la manca de seguiment contribueixen a que la implantació de la coberta vegetal sigui insuficient. Malgrat aquests casos, el recobriment vegetal mitjà és elevat, sobrepassant el 80%. L'estrat més habitual és l'herbaci ja que és de més fàcil implantació. L'estrat arbori es potencia però els índexs de supervivència són minsos. L'estrat arbustiu queda relegat en molts casos a la successió ecològica natural.

Tant en la implantació de la vegetació, com en el control de l'erosió, convé dur a terme tasques de seguiment i manteniment per distingir les problemàtiques que sorgeixen i poder-les corregir.

6.CONCLUSIONS

En aquest apartat es pretén respondre als objectius del projecte. La metodologia que s'ha dissenyat, junt amb el qüestionari, han representat eines fonamentals per a poder obtenir els resultats. També cal tenir en compte les limitacions d'haver estudiat una mostra d'activitats extractives petita. A continuació s'exposen les conclusions en funció dels objectius.

1. L'anàlisi de l'evolució temporal dels treballs de restauració que s'han dut a terme a la mostra, indica que la implantació del concepte de restauració integrada es dona entre el 1993 i el 1998 (quart període); és a dir deu anys després de l'entrada en vigor de la Llei 12/1981, que obliga a restaurar. En els anys anteriors no es van donar tasques de restauració destacables. A partir del quart període hi ha un increment important de la superfície nova dedicada a la restauració, equilibrant-se amb la superfície nova dedicada a l'explotació. Entre el 1998 i el 2003 el fenomen del "Boom immobiliari" provocà un increment de la demanda de ciment i d'àrids en general, del ritme d'extracció i de la superfície nova d'explotació, que releguen els esforços restauradors. La situació actual, corresponent al període entre 2003 i 2008, indica un increment de les tasques de restauració, que se situen a un ritme similar al d'explotació. (veure figura 25)

Les causes de la lentitud en la implantació del concepte de restauració integrada són:

a) El període d'adaptació en empreses que duen a terme per primer cop tasques de restauració. D'aquí provenen les dificultats alhora de planificar i dur a terme una restauració amb garanties, i d'obtenir resultats satisfactoris.

b) La prioritització de les tasques d'explotació degut a que determinen directament la productivitat de la pedrera. Es a dir, que les tasques de restauració, que són obligatòries per llei, passen a un segon pla. En tots els casos les restauracions són presents, però majoritàriament la seva gestió no és idònia. Es fa evident la necessitat de donar més pes específic a la restauració davant de l'explotació.

2. L'anàlisi de la qualitat de les restauracions s'ha fet en base a la observació de la vegetació desenvolupada, el control de l'erosió i la integració paisatgística.

La planificació basada en la màxima productivitat ha provocat l'ús generalitzat dels models geomorfològics que conjuguen la reducció de superfície augmentant la inclinació dels vessants, com són els terraplens amb més de trenta graus d'inclinació (T+). L'elevat grau d'inclinació provoca el increment dels processos erosius.

Pel que fa als materials utilitzats per estructurar el substrat, hi ha una certa implantació de l'ús del sòl de rebuig d'extracció (RE). Tot i això es continuen utilitzant terres d'importació per configurar el substrat. Cal esmentar també la freqüent utilització d'esmenes en forma de fangs EDAR (FA) i fertilitzants (FM).

Destaca també la utilització generalitzada de sembres i plantacions a totes les pedreres que no sempre donen bons resultats, fent que la implantació de la coberta vegetal sigui insuficient en alguns casos degut a l'erosió i la manca de seguiment. Recobriment vegetal del 80%. L'estrat més habitual és l'herbaci ja que és de més fàcil implantació. L'estrat arbori es potencia però els índexs de supervivència són minsos i l'estrat arbustiu queda relegat en molts casos a la successió ecològica natural. En conjunt l'apreciació paisatgística adquireix valors per mitjans.

Com a conclusió final, es fa evident que la gestió de les pedreres encara ha de situar el concepte de restauració integrada com a eix central del desenvolupament i planificació de l'activitat extractiva. Actualment la explotació d'una activitat extractiva incorpora la necessitat de restaurar, però com a element secundari per sota de la productivitat i els interessos econòmics.

Així mateix, cal incidir en la necessitat de dur a terme una bona planificació de la restauració per minimitzar costos i assolir una qualitat acceptable de les zones restaurades.

7. REFERÈNCIES

- [1] Generalitat de Catalunya. Web del Departament de Medi Ambient i Habitatge, apartat del Medi Natural.
http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/natura/inici.jsp
- [2] Generalitat de Catalunya. Web del Departament de Medi Ambient i Habitatge, apartat de El Departament, Cartografia.
http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/cartografia/inici.jsp?ComponentID=3350&SourcePageID=23907#1
- [3] Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals.
<http://www.creaf.uab.cat>
- [4] Institut Cartogràfic de Catalunya.
<http://www.icc.es>
- [5] El Gobierno de La Rioja, apartat de Mines.
<http://larioja.org/minas/index.htm>
- [6] Montesrrat Marigot Manrique. *Estudi sobre el ritme de restauració de les activitats extractives de Catalunya*. Bellaterra. 2007
- [7] Institut d'Estadística de Catalunya
<http://www.idescat.net>
- Departament de Medi Ambient de UNILAND CEMENTERA, S.A. *Treballs de Restauració, Dossier Històric Pedrera de Vallcarca*. Barcelona. 2001
- Varis Autors. *Geografia física dels països catalans*. Centre Excursionista de Catalunya. Barcelona. 1980
- Anguita Virella F, Moreno Serrano F. *Procesos geológicos extrenos i geología ambiental*. Editorial Rueda. Madrid. 1993
- Domènech X, Peral J. *Química ambiental de sistemas terrestres*. Editorial Reverté. Barcelona